

太空旅行不是梦

主编 张金方 邓先明 ● 编写 陈 涵

中国建材工业出版社

TIAN WEN AI HAO ZHE CONG SHU

责任编辑：王苏娅
封面设计：郭　媛

天文爱好者丛书

策划：北京汉洲文化艺术有限责任公司



ISBN 7-80090-816-X
9 787800 908163 >

ISBN 7-80090-816-X/G·144
（共12册）总定价：70.00元

天文爱好者丛书⑧

太空旅行不是梦

编写　陈涵

中国建材工业出版社

目 录

飞向太空

进入太空第一人 …………………………… (1)
"礼炮7号"的女乘客 ……………………… (8)
冯·布劳恩的水星计划 …………………… (12)

太空之旅

天街漫步 ………………………………… (19)
火箭接力赛 ……………………………… (24)
透视太空奇侠 …………………………… (27)
空中交警 ………………………………… (34)
天星内功 ………………………………… (46)

宇航员的生活

成为航天员的条件 ……………………… (52)
太空挑战者 ……………………………… (55)
人在太空的感觉 ………………………… (59)
航天员的锻炼器械 ……………………… (61)
航天员在航天站的生活 ………………… (64)
航天员的睡梦 …………………………… (67)
航天员的饮食 …………………………… (68)
航天员的穿着 …………………………… (71)

航天员的空间活动 …………………………… (72)
航天员的医病方法 …………………………… (75)
航天员的业余时间 …………………………… (77)
航天员的心理问题 …………………………… (79)
太空任务 …………………………………… (81)
人体失重状态 ……………………………… (85)
发射生物卫星 ……………………………… (87)
航天员飞行中的印象 ………………………… (89)
在太空看地球景物 …………………………… (93)
人类飞向太空的危险 ………………………… (95)
宇宙空间的污染 ……………………………… (98)
人类飞向太空的挫折…………………………… (101)

开拓太空

天空实验室……………………………………… (105)
美国和前苏联的空间站………………………… (106)
太空实验室的对接……………………………… (112)
太空的间谍……………………………………… (120)

太空乘客

进入太空第一人

过去，曾经有人断言：人类永远不可能在太空生存。因为太空没有空气。尽管携带空气对现代人来说不是一件很困难的事情，但是宇宙旅行不同于登山或潜水这样短期的行为，他们的旅程可能长达几个月或更久。当进行这种长途旅行时，他们不是制造新鲜的氧气，而是要反复利用自己携带的氧气。还有太空中所有的东西都会失重，人无法站立，必须把自己牢牢地固定住，连吃饭也是一件相当困难的事情。飘浮在船舱中的物品，有可能把一台仪器毁坏掉，那是相当危险的。更何况太空中的环境与地球上完全不同，黑漆漆的宇宙茫茫无际，

像个无底的深渊，宝石似的星星镶嵌在黑色的天幕上，四周是死一般的沉寂，毫无声息。

人类真的不能到太空去吗？不！第一个用亲身实践回答这一问题的人就是尤里·加加林。

加加林于1934年3月9日出生于前苏联莫斯科附近的一个村庄里。他的父亲是个木匠，母亲是一位善良的村妇。加加林小的时候，正是第二次世界大战期间，德军曾一度占领了他的家乡。村子里稍大一点的孩子都被德军抓往德国做苦活去了，由于加加林太小，才幸免于难。在战争期间，他经常挨饿。有时饿得睡不着觉，母亲就向他讲述一些美丽的故事哄他入睡，而讲得最多的就是关于天上仙境的传说。加加林常常望着布满星星的夜空发呆，"那上面到底有些什么？我长大了一定要到星星上去看看。"

前苏联打败德国法西斯后，加加林有条件上学了。他聪明好学，刻苦钻研，成绩优秀，很快被送到一所专门学校学习。在那所学校里，他将被培养成一个科技工作者。但是，年轻的加加林却希望自己将来成为一个飞行员。于是，他报名参加了萨拉托夫航空俱乐部，经过文化知识和体能测试，他被录取了。

加加林确实具备飞行员所需要的性格，他

冷静、沉着、敏捷、果断，经过一段时间的训练，表现非常出色。

1959年，前苏联根据科罗廖夫的建议，决定在空军飞行员中征召第一批宇航员。这个消息使加加林激动不已，小时候的愿望又浮现在脑际，他从心底里发出一个声音："我一定要成为一个合格的宇航员。"加加林立即向空军指挥部递交了申请报告，并接受了严格的选择。在一连几天的检查中，他每天都必须回答科学家、医生和军官们提出的各种各样的问题，只有最优秀的年轻人才有可能被选上，而考官们对加加林感到十分满意。他终于成为第一批6名宇航员中的一个。

成为一个宇航员是荣幸的，但更是艰苦和危险的。

这个职业具有最大的冒险性和挑战性。宇航员既是优秀的飞行员，又是出色的科学家。他们必须具有顽强的意志，健壮的体魄，丰富的知识和优秀的品德。就连飞行前的训练都异常艰苦，令常人所不能忍受。

加加林经常被带到一个绝音室里。这是一间具有良好隔音系统的小房子，一点声音都别想从室外钻进来。绝音室里只有一张办公桌，桌

子上放着一个仪表盘，旁边放着一张沙发床，一个装食品的冰箱，帘布后面是厕所。在这个小小的天地里，加加林要独自生活一段时间。乍看起来，这种考验并不太难。但是，加加林所要承受的不是几小时或一两天的寂寞，而是10天，或更长的时间。加加林一次又一次经受着孤独的考验，从来没有烦躁过。

为了克服宇航员进入太空时对失重和高温的不适应，加加林还被带入滚筒内和“蒸箱”中进行训练。滚筒内有一张固定的坐椅，宇航员就坐在上面。训练的时候，滚筒根据教官命令迅速地旋转起来，滚筒旋转得越快，加加林就越感到自己在飞速旋转，开始的一段时间，他感到头晕目眩，五脏六腑如同翻江倒海般地折腾，全身肌肉紧缩。每次从滚筒里出来，他都大汗淋漓，脸色苍白。后来，经过反复艰苦的训练，他终于可以轻松自如地在滚筒中保持平衡了。

如果说坐滚筒的滋味不好受，那么宇航员进入被称之为“蒸箱”的人工控温室里训练则更加难熬了。一天，加加林来到“蒸箱”进行测试。起初，那“蒸箱”里像春天般的温暖，加加林还没来得及高兴，温度就开始急剧上升。40C、50C……，他剧烈地喘息着，胸口仿佛压了块巨大的

石头，汗水大滴大滴地从头发上、眼皮上滚落下来，全身的衣服都湿透了。70℃、80℃……，加加林的双眼被汗水模糊了，耳朵被炙得疼痛难忍，鼻腔和口腔里的粘液都已全部蒸发了，但他一分钟一分钟地挺着，绝不发出要求停止测试的信号。最后，他总算打破了在高温下忍耐100多分钟的纪录，才艰难而骄傲地走出了人工控温室。

加加林在训练过程中所表现出来的坚韧不拔的意志，对自己的高标准，严要求，一丝不苟的精神，深受人们的敬佩。同时，他的反应机敏，记忆力和鉴别力都非常出色。几经筛选，他终于从第一批宇航员中脱颖而出，担当起世界上第一艘载人宇宙飞船“东方1号”的宇航员的重任。

在发射的前一天，科罗廖夫在发射场和加加林会面。他说：“也许，从太空往下看，我们的地球是很美的。……您真是个幸运儿，将从那么高的地方观察地球。但是，发射和飞行不会很轻松，既要经受超重，又要经受失重的考验，还可能遇到我们未能预料的东西……在明天的飞行中有冒险的成份。什么事情都可能发生。不过，你要记住：无论发生什么事，我们将竭尽智慧，

全力援助你。”“谢谢！谢谢！”加加林紧紧握住科罗廖夫的手，眼睛湿润了。

1961年4月12日清晨，汽车载着加加林沿着“英雄大道”直奔拜科努尔航天发射场（位于今天的哈萨克斯坦共和国境内）。此时此刻，加加林的体温不能升高半度，脉搏不能多跳5次，否则就要由另一位同样受过充分训练的人代替他，加加林真不愧是一位冷静沉着、坚毅勇敢的宇航员。

两小时之后，加加林被固定在“东方1号”宇宙飞船的座舱里。这是一个直径2米多的球形座舱，座舱只能乘坐一名宇航员，它有3个观测窗口，配有各种仪器仪表和一台电视摄像机。宇航员的座椅是弹射式的，可以在发生意外险情时弹射脱险，也可以在降落时弹射出飞船。

莫斯科时间9时7分，总功率为2000万马力的6台发动机发出轰鸣，“东方1号”离开发射台徐徐升起，宇宙航行开始了。

加加林在飞船中，起初感觉巨大的飞船很慢很慢地离开了发射装置，但很快就觉得超重在增强。他感到有一种不可抗拒的力量沉重地压迫着整个身体，就连手脚稍微动弹一下都十分困难。9分钟以后，飞船顺利地进入绕地球轨

道，加加林顿时产生了一种不可思议的奇妙感觉，他知道这时已经进入失重状态。这对于地球上的人们来说是从未有过的体验。他是第一个品尝失重之“蟹”的人。忽然间，一切都变轻了。双手双脚，以至整个躯体，所有没有固定的物体都飘起来了。从水管子里流出的水滴，变成了小圆珠。它们自由地在空中移动着。碰到舱壁时，就粘附在上面了，像是花瓣上的露珠一样。加加林小心翼翼地解开安全带，轻而易举地离开座椅，开始向舷窗飘浮。当他从窗口看到展现在下面的整个地球时，情不自禁地叫了起来：“真是太美了！”是的，地球看起来像个大圆球，色调浓艳，五彩缤纷，一个蔚蓝色的光环套着地球。这条环带一点点加深，逐渐变成海蓝色、深蓝色、紫色，最后转变成浓墨般的黑色，非常悦目赏心。

正当加加林陶醉在欣赏地球美妙的景色之中时，突然，一下子全黑了下来，飞船进入了地球的阴影带。从舷窗向外看去是黑暗的深渊，满天的星斗。宇宙中的星辰亮极了，它们不闪动，发出平稳的冷光。

10时15分，“东方1号”宇宙飞船环绕地球一周飞近非洲大陆上空。10时25分，飞船开始

减速进入稠密的大气层。加加林透过舷窗，看见了包围着飞船的熊熊大火和惊心动魄的紫红色反光。但是，尽管他置身在一个迅速下降的大火球里，座舱内的温度却仍然只有20摄氏度。

在大约7公里高空，加加林从座舱里弹射出来，用降落伞降落在前苏联的一个村庄附近，很快被接回莫斯科去了。人类历史上第一次载人航天飞行就这样顺利结束了。

7年后，这位代表全人类第一个跨进太空的勇士，在一次飞行训练中不幸遇难。为了纪念这位宇航时代的开拓者，月球北面有一座环形山就是用他的名字来命名的。

"礼炮7号"的女乘客

1963年6月16日，前苏联拜科努尔发射场为人类第一位女宇航员捷列雪科娃送行，后来，她单独乘"东方6号"飞船绕地球飞行了48圈。这3天历史上开创性的飞行使不少女性如痴如醉。

莫斯科一位11岁的少女从电视上看到捷列雪科娃在太空中的英姿后，十分羡慕宇航员这个职业，从此她经常收集捷列雪科娃的资料。她父亲看着她入迷的样子笑了，他是一名空军元

帅，在卫国战争期间击落过德军的战斗机，两次荣获苏联英雄的称号。他非常喜欢飞行，即使成为元帅后也常和小伙子们驾着战鹰去蓝天翱翔。他十分渴望能有个儿子来继承他的飞行事业，可上帝却赐给他一个女儿，战友常开玩笑：为什么不生个小伙子来接你的班呢？直到1982年他女儿30岁那年，成为继捷列雪科娃后第二个飞向宇宙的女宇航员时，他才如愿。这位女宇航员就是萨维茨卡娅。

萨维茨卡娅小时候常常跑到机场看父亲指挥的战鹰在天空划下的一道道白弧，蓝色天空的那个小亮点时隐时现，一会儿直冲云霄，一会儿奔向大地，这令她着迷，使她向往当一名飞行员。当她上9年级时，这种愿望已经非常强烈了，一天她到前苏联中央航空俱乐部去玩，那里正在招收飞行员，考官们都是一些久经沙场的空军军官，萨维茨卡娅大胆地走到他们面前，要求当一名飞行员。军官们望着这个天真的女孩不禁大笑，便逗着她玩，但她却非常认真地要求起来，后来军官们得知她是元帅的女儿便硬把她送回了家。

17岁时，萨维茨卡娅成了一名优秀的跳伞运动员，完成了500次跳伞，并创造了3项世界

纪录。可她仍然向往飞行生活，在航空俱乐部的一次招飞时，她作为大名鼎鼎的跳伞运动员出现在考官们面前，这回那些严肃的面孔变得和气了，几乎没费什么周折就被录取了。

萨维茨卡娅在莫斯科航空学院制造系深造时，坚持利用业余时间练习飞行，步步向新的高度奋进，到她毕业时，她可以驾驶飞机进行倒飞斤斗、旋转、急转弯等一些高难动作，在 1970 年英国高级特技飞行世界锦标赛上这位初出茅庐的女孩子竟然战胜了一位飞行时间达 15000 小时的美国飞行员，获得冠军称号，而她当时只有 500 小时的飞行经验。不久，她与女飞行员卡尔丘加诺娃一起在“雅克——40”型飞机上创造了两项世界纪录。大学毕业后，她作为一名喷气式飞机试飞员在雅科夫列夫设计局工作，大家公认她是一位有才能、有见解的工程师，当 1980 年挑选女宇航员时，设计局一致推荐了萨维茨卡娅，她顺利地成为前苏联第 2 名女宇航员。

1982 年 8 月 19 日，莫斯科时间 21 时 12 分，前苏联发射了“联盟 77 号”飞船，萨维茨卡娅和两名男宇航员组成的混合编组于次日登上“礼炮 7 号”太空站，在太空工作了 7 个昼夜。萨维次卡娅出色地承担了科学观测任务，做了 20

多项科学试验和医学研究，任务完成得非常出色。一些学者认为，女宇航员完成任务的能力一点也不比男宇航员差，今后会有更多的女宇航员参加太空飞行。这一年萨维茨卡娅刚好30岁，她实现了童年的梦想，创造了妇女太空飞行的最长纪录。

1984年7月7日，萨维茨卡娅开始了她的第二次太空飞行，她和宇航员贾尼别科夫和沃尔克乘"联盟R—12号"飞船顺利和"礼炮7号"空间站对接。这次她的任务是作一次"太空行走"，这不是一次轻松的太空漫步，而是试验手控万能作业机。这种机械是宇航员修理空间设备用的，经过地面科学家15年的研究，能在太空进行金属电焊、切割和喷涂等作业，在紧急时候，宇航员可以利用它去舱外抢修故障，平时安装大型天文望远镜、太阳能电池板时也不可缺少它。萨维茨卡娅和贾尼别科夫在空间站抓紧时间反复练习作业机的操作后，于7月25日走出空间站，一先一后走到舱外壁上的一个折叠平台上。萨维茨卡娅在一个特殊的踏板上站稳后开始作业，万能作业机就在她面前，作业盘、工具头等附件伸手可及，整个万能作业机的重量约30公斤，使用700伏电压，但空中的失

重环境使它显得很轻。萨维茨卡娅小心地利用万能作业机作护板，挡住自己的宇宙服，以防电焊的火花烧坏，不然一个小小的洞就能使宇宙服内空气泄完导致窒息而死。她按计划完成了电焊、切割和金属喷涂等工序，下一步就是进行较大规模的拼装和装配作业，这是为建立永久性载人空间站打基础的。为了这次作业的成功，科学家在地上为她设计了一整套动作，她经过反复练习已经十分熟悉。她一面工作一面向地面报告：我已接通电源，机器开动，切割不太平整……我开始对金属模板焊接，焊缝平整美观……现在我开始第三种作业了，在第一个模板上进行金属喷涂，啊！真漂亮……她和贾尼别科夫在空中干了3个多小时，最后把这些"作品"带回舱内。地面科学家高度评价了萨维茨卡娅的工作，称她完成了重大的任务。

1988年，萨维茨卡娅随代表团来我国友好访问，受到各界人士的欢迎。

冯·布劳恩的水星计划

冯·布劳恩，是美国的一名火箭专家。他计划设计出一架能够乘坐一名宇航员的"水星"号飞船，并把飞船送入轨道，检验宇航员在空间的

活动能力，最后像飞机一样，把宇航员安全地载回地球。这一设想得到了美国宇航局的同意，并命名为水星计划。

实施水星计划的过程是艰难的。大力神火箭被定为把宇航员送入轨道的运载工具。但出师不利，几次不载人的试验接连失败。1960年7月29日的第一次试验，随着一声轰鸣，"大力神"拔地而起，直冲云霄。60秒钟后，火箭几乎到达参观者的头顶上空，并渐渐地沿着巨大的弧线轨迹飞向天际。突然，一声巨响，火箭一下子粉身碎骨。火红的碎片纷纷扬扬，似乎就要落到人们的头上，幸好火箭飞行的惯性把这些碎片冲到远方。这可怕的情景，使观看者们无不大惊失色。还有二枚携带"水星"飞船的火箭试验，一枚自行爆炸；一枚由地面遥控引爆，因为它错误地直奔圣彼得堡。

但是，冯·布劳恩和他的同事们并未因此而泄气。他们认真地总结试验失败的教训，比较前苏联火箭的长处，很快又研制出"水星——红石"1A号火箭。这次试验终于获得了成功。按照冯·布劳恩的指令，在210公里的高空上，"水星——红石"1A号飞船在预定的时间里脱离了运载火箭，进入大气层。随后，在距卡纳维拉尔

角380公里远的地方安全着陆。

水星计划的大幕终于拉开来了。就在“水星”号发射和回收取得成功的同时，18个经过严格挑选的大猩猩正在进行着进入太空的模拟训练，它们将成为征服太空的开路先锋。大猩猩是自然界最接近于人类的高级动物，尤其是年轻的大猩猩，有着极强的模仿能力。在对18个大猩猩进行严格训练的过程中，一名叫哈姆的大猩猩表现特好，操纵机器的能力最强，在70分钟之内，它连续操纵7000次，误差只有28次。终于，哈姆登上了“水星——红石”2号火箭飞上了蓝天。那一天，哈姆紧握着操纵杆，充分施展出它在训练时学到的东西，使“水星——红石”2号飞船在太空中划了一个660多公里的大圆弧，安全地降落在预定的海面上。

水星计划取得了初步的成果。可是，就在这时，传来了前苏联加加林首次遨游太空成功的消息。为了与前苏联人开展太空竞争，美国宇航局和布劳恩等专家决定立即进行载人的航天飞行实验。但是，由于载人进入预定轨道飞行的条件尚不成熟，美国宇航局决定先进行像大炮炮弹那样作弹道飞行的亚轨道载人飞行实验，以完成载人轨道飞行前的实战学习。

1961年5月5日，艾伦·谢泼德身着臃肿的宇航服，在亿万双目光的关注中，钻进了"水星"飞船系列的"自由"7号，成为美国第一位进入太空飞行的宇航员。这次飞行非常顺利，全部飞行时间总共是15分22秒，其中失重状态5分4秒，飞行距离约480公里，飞行高度186公里。严格地说，这次飞行只是上升与下降，并未进入卫星轨道。但是，这次飞行却是美国第一次把宇航员送上了太空，它证明"水星"飞船的构造和性能已经达到设计要求，完全可以承担起载人轨道飞行的使命。

1962年初，美国宇航局宣布，不久就要进行第一次载人轨道飞行的实验。这是水星计划最高潮的一幕。

宇航员格伦被挑选为人类轨道飞行的第一人。格伦的当选，使得熟悉他的人激动不已。1959年，美国宇航局宣布计划在军队中招考一批宇航员，当时的约翰·格伦已经37岁，又没有大学文凭，按照规定，他就没有报考资格。然而格伦是一位倔强又自信的青年，凡他认定的事，不达目的，决不罢休。他居然说服了海军太空事务局，破格让他参加选拔。这次，从全美三军中共挑选出了510名志愿应征人员，在经过

了项目繁多的选拔考试之后，格伦终于被选定为第一批宇航员，而它总共才7名。

然而，发射的准备工作一开始就进行得不顺利，光是发射的时间前后就变更了10次，这对格伦的心理素质无疑是一种强烈的考验。他一次次地稳重地钻进飞船，又一次次沉着地从飞船中爬出来。他的身体虽然显得很疲惫，但他的脸上却依然显出一种昂扬斗志和坚定的信心。

1962年2月20日，“水星——大力神”火箭总算狂吼着冲向了太空，准确地将“友谊”7号飞船送入了绕地球飞行的轨道。此时，格伦的心情激动不已，他正站在一个常人无可企及的位置上，观察着星辰的面貌、地球的容颜和日落的壮观……

忽然，格伦发现飞船出现向西甩的现象，虽然能很快地自动纠正，但每次纠正都要消耗大量的燃料。格伦很快判断出是驾驶器发生了毛病，没有办法，只得改由人力操纵飞行。这使预定计划中的两顿饭只好放弃了，预备拍的照片也大大地减少了，许多预定的观测工作也不得不停止。

一波未平，一波又起。“水星计划”控制中心

的测航仪器忽然发出了警报："友谊"7号头部的隔热层壳体松脱，变成半开状态。这是一个十分危险的故障。如果这个隔热层壳体在飞船进入大气层之前或进入大气层时全部脱落，那么飞船和空气间的巨大摩擦所产生的高温，就会把整个飞船熔化掉。这一不幸的消息，使得地面控制中心的工作人员焦急万分，他们立即投入到紧张的研究之中，试图找出挽救的办法。此刻的格伦，正全神贯注地在太空做着各种试验和观测，而对于就要发生在眼前的危险却全然不知。

"保留反射火箭箭座。"来自地面指控中心的指令把陶醉于实验之中的格伦一下子惊醒了过来。"这莫非是一个反常的指令？"他感到事情有些不好。"请解释一下指令。"格伦向地面询问。

"请速发射反射火箭，切记保留箭座，否则隔热层壳体将会脱落，并速速返回。"从地面上传来了艾伦·谢泼德焦急的声音。

格伦一切都明白了，但他却表现出极大的冷静和镇定。他开始集中精力，严格按照地面控制中心的指令执行。

还是地面专家们的判断正确，他们提出的

方案发挥了重要作用。当飞船头部的反射火箭射出之后，由于保留了位于飞船头部中心的火箭底座，使箭座上的三条箍子箍住了隔热层壳体。随着大西洋一根水柱的激飞，格伦安全地回了地球的怀抱。显示屏上清楚地显示，轨道飞行，绕地球三圈，历时 4 小时 55 分 23 秒。

当格伦被人们从船舱里救护出来时，在场的人们一下子狂欢起来，欢呼之声响彻云霄。至此，水星计划划上了一个完美的句号。



太空之旅

千百年来，天宇之门紧闭着，地球人只能站在地面上仰望它的庄严和神奇，猜测它的奥秘。科学技术的发展使人类创造了一个又一个奇迹。至此，人类推开了天门，在天空上自由翱翔，在宇宙中潇洒地行走，赴外星球去拜访，人类社会生活的领域从地面扩展到大气层和宇宙空间。

天街漫步

人乘飞船到太空飞行不易，人要到飞船之外的茫茫太空行走，更是一件危险的事。

1965 年 3 月 18 日，前苏联在"东方"号飞船上，又进行了令人眼花缭乱的太空进军。

"上升"2 号飞船载着别利亚耶夫和列昂夫驶进地球轨道。环绕地球飞行。格林泥治时间 8 点 30 分，40 岁的列昂诺夫检查了一下自己特别的宇航服和安全带，打开飞船密封舱，在太空上迈动了双脚。他的宇航服是一件桔黄色的特制衣服，有十几层厚，具有隔热、防辐射功能。太空的温度即使高达 300℃或低到－100℃，宇航员都处在恒温中不受影响。宇航员戴的增强树酯盔帽上还有通信设备可与舱内乘员通话。一根 5 米长的脐带和安全带连在宇航服上，脐带源源不断地输送氧气，记录宇航员的器官功能和生理反应；安全带以防宇航员飘走回不了飞船。

列昂诺夫悬空着翻了几个空翻，似乎并不费力，他又试着做了几个体操动作，也轻飘自如，迈动的双脚也全然没有地球上悬空迈步不知所措的感觉。他在太空行走了 12 分 09 秒，由于飞船座舱的出口窄小，他又花十分种才钻进舱口回到了飞船上。

三个月后，即 1965 年 6 月 5 日，35 岁的美国宇航员怀特从"双子星座"4 号飞船中走了出来，当然他也系着带子。与列昂诺夫不同的是，他手里拿着一支宇宙枪，不过枪里发出的不是

子弹，而是高压气体，它产生的反作用可以帮助宇航员调整位置。怀特在空中漫步了22分钟。他通过无线电耳机话筒与驾驶"双子星座"号飞船的人为伴聊天，不时地靠宇宙枪从这里移到那里，拍摄了很多宇宙、地球的照片。怀特在漫步天街时曾纵声大笑开心之极。

列昂诺夫、怀特的太空行走，证明了人能够在真空、超低温、没有重力、充满宇宙射线和流星的十分危险的太空环境中停留、活动，并且不会丧失思维和工作能力。这为人类进一步挺进月球，带来了喜讯。

然而，想在太空中自由地行动，一根保驾的脐带和安全带却成了累赘，而且太空行走是一件很令人疲惫的事。因为失重使物体间缺乏摩擦力和阻力，一点能量就能使你无休止地保持某一种运动，宇航员想控制自己的行动十分困难。为了解决这个问题，科学家研制成功了一种"太空摩托艇"，也称喷气背包。它的外形像一把有扶手和踏板却没有座位的椅子，高1.25米，宽0.83米，重150千克，有两套压缩气箱，内装12千克液氮。每套压缩气箱都有12个喷嘴，每个喷嘴可产生0.7千克的推力。宇航员把它背在背上，通过扶手上的开关控制压缩气箱的12

个微型喷嘴，依靠喷管射出的压缩氮气形成各个方向不同大小的反推力实现行走自如。

1984年2月3日，美国“挑战者”号航天飞机上的两名宇航员麦坎德利斯和斯图尔特分别使用这种背包，飞离到距航天飞机97米远的地方，各进行了2个多小时的舱外活动，实现了世界上第一次不系安全带的行走。

以后前苏联宇航员维克多连科和谢列布罗夫1989年9月6日乘“联盟”FM—8号飞船上天进入“和平”号轨道站工作后，也背上了与美国喷气背包类似的装置，从1990年1月8日到2月5日，他们走出轨道站座舱5次到太空中行走。他们的喷气背包叫“宇宙小艇”，也叫“太空自行车”，它重200千克，靠32个喷嘴（其中16个备用）喷射压缩空气产生动力，速度可达30米/秒，并能在舱外飞行6小时，可运送100千克的仪器设备，小艇有独立的供电和遥控系统。在2月5日第五次太空行走中，维克多连科乘宇宙小艇演练了各种状态的运动控制，并在小艇的前部安装了轮型自动分光仪，测量X射线和伽玛射线的空间动力特性，以考察空间站周围的辐射情况。两名宇航员在太空中停留了3小时45分钟，行走了200多米。

随着各种新型宇航服和代步工具的出现，太空行走越来越频繁，而且从最初的试验型走向了实用性。最著名的大概可算是1992年5月美国“奋进”号航天飞机首航中的宇航员太空徒手“活捉”卫星的事了。

1990年3月美国“大力神”火箭发射一颗国际通信卫星组织的“国际通信卫星”6号未能成功，卫星被扔在了距地面362公里的一条无用的轨道上，白白地飘荡了两年。美国“奋进”号航天飞机奉命拯救这颗“生灵”，让它起死回生。“奋进”号飞近卫星后，一开始，两名宇航员出舱想用一根长4.5米的捕获杆捉住卫星，但是稍受触动，卫星就剧烈地晃动、飘飞，两次捕捉都没有成功。5月13日，3名宇航员互成120度角排开，围住卫星然后飘到卫星前同时用手抓住卫星，使它稳定以后再用捕获杆卡住卫星，慢慢地将卫星拉回航天飞机的货舱里，徒手捉卫星的整个过程达1小时47分。后来，宇航员又为这颗卫星安装了一个固体发动机，把它放回了太空。14日下午，“国际通信卫星”6号发动机点火，卫星进入了预定轨道。这颗卫星价值1.5亿美元，卫星投入使用后每天可收入24万美元。

1993 年 12 月，美国“奋进”号航天飞机上的 7 名宇航员再一次表演太空杂技，在天上修好了哈勃巨型天文望远镜。过去，对于失灵的卫星是用航天飞机拖回地面修好后，再进行施放的。太空修理哈勃并为它更换零部件的做法，使人类在太空的活动领域更加扩展，可以为人类飞往火星等外星球途中修复和组装航天器提供借鉴的经验。1995 年 2 月 9 日，美国“发现”号航天飞机上的两名宇航员作太空行走回收了一颗“斯巴达”天文观察卫星，以试验新型宇航服的保暖性能和在太空中操纵大型物体的技巧，为将来建造国际空间站作准备。

火箭接力赛

齐奥尔科夫斯基首先提出火箭列车的概念，就是把两节以上的火箭串联或并联起来，组成一列多级火箭来提高火箭的速度，以达到战胜地球引力的目的。

多级火箭系列用一种质量抛扔原理，即火箭发射后，把已经完成任务的无用结构抛掉，使火箭发动机的能量最大限度地用于提高航天器的能量，从而间接地减轻火箭的结构质量，提高火箭的质量比。这样，在使用同样性能的火箭发

动机和相同技术水平的箭体结构的条件下，用单级火箭无法达到的宇宙速度，而用多级火箭就能实现这个速度。

世界各国研制的运载火箭已有数十种，其大小不等，形状各异，但其结构形式基本上分为两类：一类是各级首尾联结的串联式火箭，另一种是下面两级并联、上面一级串联的混合式火箭。运载火箭的大小，由其飞行任务要求的有效载荷和飞行轨道而定，若飞行轨道相同，有效载荷愈重，则火箭起飞质量也愈大；若有效载荷不变，飞行轨道愈高，火箭的起飞质量也愈大。由于卫星或飞船等航天器的轨道较高，本身质量也大，所以，运载火箭都是一些身高体重的庞然大物。它们的质量至少几十吨，一般为一百多吨到几百吨，有的甚至可达二三千吨。火箭高一般为三四十米，有的超过100米。火箭粗都在1米以上，一般为3米左右，最粗可到10米。在通常情况下，发射一颗质量为1吨的卫星，运载火箭质量为50至100吨。如美国发射“阿波罗”载人登月飞船的“土星”5号运载火箭，全长110.7米，直径10米，起飞质量为2840吨；“阿波罗”飞船的质量只有41.5吨。这是目前世界上最长的“火箭列车”了。

这种三级“火箭列车”是如何驶出地球到太空去的呢？它耸立在发射台上，首先由地面控制中心指令第一级火箭发动机点火，火箭徐徐上升，加速飞行，逐渐按预定方向转弯，一百多秒钟后，火箭大约达到70公里左右的高度，第一级燃料耗尽后火箭发动机关机，并脱离整个火箭列车坠落地面；第二级接着点火，继续加速飞行，火箭飞出稠密大气层，达到预定高度和速度时，第二级燃料用完后火箭发动机关机并分离，火箭靠获得的能量开始惯性飞行；第三级火箭发动机点火工作，当加速到预定速度时，第三级火箭发动机关机，航天器与火箭分离，最后把航天器推入预定轨道。当然，运载火箭也不是级数越多越好，因为多加一级，不仅制造工艺和级间分离技术多一层困难，而且所能增加的速度也有一定限制，最多只能比单级火箭的速度大70％。现在，一枚三级火箭能达到的速度已超过单级火箭45％，因此限于各种因素的影响，“火箭列车”都选在二级至四级之间，一般用三级的居多，也最为适宜。

前苏联著名航天总设计师科罗廖夫根据齐奥尔科夫斯基关于“火箭列车”的思想，首先提出用单级火箭串联和并联结合的方式组成多级

火箭实现宇宙航行的设计方案。这个方案是用一枚较长的地球物理火箭作芯级，芯级长 29.17 米，直径 2.95 米，装一台 PД—108 液体火箭发动机；在其周围捆绑 4 台助推器组成助推级，助推级长 19 米，直径 3 米，各装一台 PД—107 液体发动机。这样把芯级和并联的助推级串联起来，组成一枚两级液体火箭，从而产生足够的推力和需要的速度，把安装在火箭最上面整流罩内的人造卫星送入地球轨道。这种火箭发射时，5 台发动机同时点火，产生 398 吨力（3900 千牛）的起飞推力，火箭飞行 120 秒后，4 个捆绑的助推器工作完成与其脱离，并被抛掉，这时火箭飞行高度为 50 公里，飞行速度达到 3.2 公里/秒。然后芯级的火箭发动机继续工作 180 秒，使火箭加速到 8 公里/秒的速度，此时卫星与火箭脱离，被推进到环绕地球的预定轨道上飞行。人类靠这种“火箭列车”的接力加速，跨入了宇宙空间的门槛。

透视太空奇侠

航天运载火箭扮演太空奇侠的角色，在征服宇宙的舞台上演出了一幕幕令人瞠目结舌的活剧。它集当今多种高新科学技术于一身，综合

了众多学科的成果，是一个庞大复杂的系统工程。火箭这位太空奇侠大闹天宫，全靠它本身各个部分拥有的一套神奇本领。

这位太空奇侠一般由箭体结构、动力装置和控制系统三大部分组成。

箭体结构即火箭的壳体，它犹如奇侠的骨架，系火箭各个受力和支承构件的总成，通常包括头部的有效载荷整流罩、仪器舱、推进剂贮箱、发动机舱和尾段，有的大型运载火箭还有尾翼。火箭壳体内可以安装连接有效载荷、仪器设备和动力装置，贮存推进剂，承受地面操作和飞行中的载荷，可以使火箭有良好的空气动力外形，把火箭的各个部件牢固地组成一个整体。火箭头部的整流罩，用以保护所载物体和减小空气阻力。火箭头部飞出大气层时，整流罩即被抛掉，以减轻火箭质量，把有效载荷送入预定轨道；仪器舱集中安装控制设备；推进剂贮箱用于装载推进剂，要占火箭质量的80％～90％，体积也要占绝大部分，因此为了加大运载能力，要千方百计减轻推进剂贮箱的质量；发动机舱除装火箭发动机外，还用来在发射架上支撑整个火箭保持飞行时的外形。

火箭结构所用的材料，对火箭至关重要。铝

合金是火箭必不可少的常用材料，它很轻，结实、耐用、防腐蚀，加工容易，广泛用于火箭壳体的蒙皮和骨架零件，但它抗变形的刚度还不很理想。钛合金，强度高，具有优良的抗腐蚀和耐温性能。它在500℃高温下不变形，在－100℃时不变脆，在海水里泡几天也不生锈，因此它是制作火箭发动机壳体、高压气瓶、低温贮箱和各种管路的最佳材料。但它的切削加工性较差，需要加热成型。镁合金减震性能好，常用来制造火箭壁板结构的翼面、舱段及其他骨架零件。铍合金刚性最大，用它制成零件尺寸特别稳定。火箭上一些变形限制非常严格的零部件，如陀螺导航系统，常用铍合金。

复合材料是新兴的材料，它用不同的纤维边缠绕边用树酯粘连而成。玻璃纤维、有机纤维的强度特别高；碳纤维的刚度非常高；硼纤维则刚、强兼备；碳化硅、陶瓷纤维能耐高温，它们配以不同的树酯制成不同的复合材料，其性能一般大大超过现有的许多金属材料。

动力装置包括火箭发动机和推进剂输送系统，犹如奇侠的心脏，是使运载火箭产生运动的动力来源。液体火箭有发动机和推进剂输送系统，固体火箭则没有推进剂输送系统。动力装置

能产生强大的推力，使运载火箭达到预定的速度。液体火箭发动机由燃烧室、喷管、涡轮泵和活门四部分组成。燃烧室是推进剂混合燃烧的地方，产生高温高压气体，以高速从喷管排出，形成强大的推力；喷管要经受住高温高压，必须选用高强度耐热合金材料，而且还要有冷却措施；涡轮泵是利用燃气发生器产生的气体吹动涡轮，带动离心泵，使燃料和氧化剂注入燃烧室；活门则控制发动机的启开和关闭，调节进入管路中推进剂的流量。整个输送系统保证推进剂具有必要的泵入口压力，使离心泵正常工作。

火箭发动机使用的燃料由氧化剂和燃料两部分组成，它们很大程度地影响着发动机性能，在一枚火箭的总质量中，燃料占了 90%以上。目前液体运载火箭大多使用中能（常规）可贮存推进剂，包括氧化剂中的硝酸、四氧化二氮，燃料中的混肼 50、偏二甲肼。作为高能推进剂的液氢、液氧，最近十多年来发展迅速，一般用作顶级火箭的推进剂。当前，液体推进剂正向两个方向发展，一是对现有推进剂进行改性，如美国在“阿金纳”火箭上采用高密度的改性酸，四氧化二氮含量由原来的 13%～15%提高为 44%～46%，密度增大 0.1～15，使发动机比冲提高

了6秒，可以提高火箭的有效载荷。另一个发展方向是研究新型推进剂，比如用液氟与肼组合，比冲可达376秒。

固体火箭的推进剂一般分为双基推进剂、改性双基推进剂和复合固体推进剂。目前各国固体火箭大都用的是复合固体推进剂，比冲在230～260秒左右。这种推进剂由粘合剂系统、氧化剂、填料和各种助燃剂组成。固体推进剂要根据不同的需要浇铸成不同形状的药柱，供发动机使用。比如端面燃料药柱适用于低推力、长时间工作的发动机；星孔形侧面燃烧剂多在主发动机上使用。

控制系统犹如奇侠的神经中枢，能实时测量和控制火箭的飞行姿态、位置和速度，保证火箭姿态稳定，使其按预定弹道飞行，并控制火箭发动机关机，使有效载荷精确入轨运行。

火箭的稳定飞行，要靠控制系统。这个系统包括制导、姿态控制等。运载火箭的制导，通常有惯性制导和无线电制导两种。惯性制导是依靠运载火箭内的仪器测量火箭的加速度而进行工作，主要部件有陀螺仪、加速度表、计算机等；无线电制导由地面用雷达或无线电将测出的运载火箭的方位及速度，经过计算比较，把修正飞

行误差的指令送到运载火箭上，通过运载火箭上的控制系统来修正飞行航线，以及接收地面发出的发动机熄火信号来关闭发动机。

这种控制系统有两大作用：一是控制火箭向前飞行，即控制火箭的质心沿预定的弹道运动；二是控制火箭的姿态，也就是控制火箭质心的运动。

火箭一般装上尾翼，就可在大气中稳定飞行。但现代大型运载火箭往往在几十公里到几百公里的高空飞行，那里空气非常稀薄，尾翼就显得无所作为。所以，现代火箭的稳定飞行不能单靠尾翼的作用，必须在火箭上安装专门的自动控制设备。当火箭偏离航向时，自动控制设备就能发出信号，调整火箭的推力方向，使火箭回到预定的航线上稳定飞行。

火箭上的自动控制设备，由敏感元件、中间装置和执行机构三大部分组成。敏感元件就像人的眼睛和神经，观测和感知火箭的飞行状态是否正常，发现火箭是否偏离航线。在早期的火箭上，敏感元件一般用陀螺仪。陀螺高速旋转时，它的旋转轴方向保持不变，因此，当火箭改变飞行方向时，火箭轴与陀螺旋转轴之间的夹角就发生变化。然后通过电位器，把这个角度改

变量转换成电信号，并传给中间装置，经过比较和放大以后，经中间线路驱动执行机构发出指令，把火箭修正到预定的航线上来。火箭的执行机构通常有空气舵、燃气舵、摇摆发动机，游动发动机等几种。大型运载火箭大部分时间在大气层外飞行，用尾翼作空气舵，效率很低，控制常用可动喷管和二次喷射的方式来实现。所以，现代大型运载火箭都没有尾翼，或者尾翼很小。

在现代运载火箭上，敏感元件多改用惯性平台。由惯性平台测出火箭飞行中的姿态，传送到箭上计算机，经计算机运算后又传送给自动驾驶仪。自动驾驶仪根据计算机提供的火箭飞行姿态角、速率，去控制各级发动机，摆动燃烧室和喷管，从而改变推力方向，修正火箭的航行。

此外，从广义上讲，运载火箭还包括安全、遥测和发射系统。安全系统用于火箭在飞行中出现故障、落点超出允许范围而危及地面安全时，对火箭实施控制，终止火箭飞行并令其自毁。遥测系统是把火箭飞行过程中各系统的工作性能参数、环境条件以及飞行故障参数，通过无线电多路通信方式传到地面，然后分析故障，鉴定和改进火箭性能。发射系统包括火箭实施

发射的运输、起竖、控制、加注、供电、通信、消防、瞄准、跟踪等装置，保证火箭按预定程序成功飞行。

空中交警

美国纽约有一座85层高的帝国大厦，1945年7月的一个大雾之晨，一架美国军用B—25型轰炸机不幸撞上了这座大楼。当时，飞机撞在大厦的第79层上，墙上撞开一个大洞，火光冲天、浓烟滚滚，79层以下的6层楼也遭到了损坏。当消防队员冲上楼时，在瓦砾和残骸中发现了14具尸体，其中有3人是机上乘员。幸好，事故发生在星期天的早上，否则，这座大厦在非公休日每天有5万人在上班，其后果不堪设想。这件事情说明尽管天高无际，但是飞机并不能随心所欲地乱飞。“海阔凭鱼跃，天高任鸟飞”，只是古代文人对飞鸟可以在广阔天空自由翱翔的浪漫幻想。在现实中，飞机在空中飞行绝不能我行我素，而必须像地面交通一样，接受严格的控制。

随着航空事业的不断发展，在天空中飞行的飞机越来越多，像北京、广州、上海等大型航空港内，每天都有数百架次飞机起飞降落。为保

证飞机安全、有秩序和迅速地运动，就必须划定航路、规定高度层、制定飞行规则，使飞机从起飞到着陆在各个飞行阶段都处于受控状态。

在起飞前，飞行员根据飞行沿途气象预报、终点机场跑道长度、导航设施等情况编写飞行计划，写明飞机的标识、类型和速度、计划飞行的高度、选择的航线、预计飞行时间和起飞时间等，送交航路管制中心审批。航路管制中心借助电子计算机汇集所有准备起飞飞机的飞行计划，进行处理，安排飞机起飞的先后顺序，通知管制塔台放行待飞的飞机。

终端区管制中心的工作主要由两部分组成：一是塔台，它负责机场区域内约20公里、高度900米以下的飞行，它一般设置在机场建筑物的最高层，四周全是玻璃窗，管制员从这里环视机场的一切活动，通过无线电通信设备指挥引导飞机在跑道上起飞和着陆；另一个是进近管制中心，主要使用航管雷达，引导飞机起飞离场和进场着陆，它通常负责50～100公里、高度900～6000米左右范围，在此范围之外，属于航路管制中心管辖。

飞机一旦由终端区管制中心飞出机场区域，就由航路管制中心指挥飞行了。现代运输机

一般都装有雷达应答器，不需飞行员报告而能自动地应答空中交通管制雷达的询问脉冲，回答飞机的标识和飞行高度。航路管制中心的管制员可以清楚地从雷达的显示屏幕上观察到所管辖区域内飞行的飞机制标识、高度、速度、位置和航向等，能随时用无线电话下达管制飞行的指令，比如改变飞机的飞行高度，调整各飞机间隔距离，以保证飞行安全。飞行路线途经多个航路管制中心时，通常由一个中心移交给下一个中心，一直移交给终端管制中心。

进入终端区时，飞机就由终端区管制中心负责引导飞机进场着陆。通常，一条跑道只能有一架飞机起降。因此，如果有飞机在跑道起降时，其他飞机就只能按塔台管制员的指令在机场规定的空域盘旋等待。一个高度层只允许一架飞机盘旋飞行，按先后抵达的时间，一层一层像台阶一样往下降，两层之间高度差约 300 米，最后由仪表着陆系统引导着陆。

目前我国大多数机场地面航管设施相当落后，造成空中资源大量浪费，限制了民航运输业进一步发展。为了改变这种状况，从 1992 年开始实施全国航路改造工程，目标是在我国东部地区主要航路上实现雷达管制，使管制员能准

确掌握飞机动态，将飞机的水平飞行间隔时间从现在的10分钟缩短到5分钟或更短，充分利用空域资源；在国际机场和国内主要机场配备Ⅰ类和Ⅱ类精密进近设施，降低因天气原因而造成的航班不正常情况，提高航班正常率；在国际航路和国内主要航路实现全向绘标/测距台覆盖区衔接，在我国西部地区实施自动相关监视，分阶段实施甚高频数据链；建立民航专用的综合业务话音通信网，为航行管制提供畅通的通信业务；地空实现甚高频通信，保证飞行员与管制员之间通话清晰；全国改建气象中心、分中心和气象数据库。目前，这项全国航路改造工程第一阶段的通信导航部分已基本完工，气象工程也将告捷，雷达工程正在紧张施工，全部改造计划已在1997年结束，这样就大大提高了民航运输的效益和安全水平。

现代民航运输已达很高的安全水平。尽管国际上每年都会发生若干起空中交通重大事故，经过电视传媒，能使全世界迅速家喻户晓，但实际上随着航空制造、维护技术和空中交通管制的进步，发生事故的几率在下降，事故造成的损失也比地面、水上交通及其他事故造成的损失小得多。以航空运输最发达的美国为例，每

年死于航空运输事故的人数平均约 100 人，但死于轮船事故的有 5000 人，死于地面交通事故的有 36000 人。

由于航空器的设计制造和维护难免有缺陷，其运行环境（包括起降场地、运行区域地形及助航设备、气象情况等）又复杂多变，机组人员操作也会出现失误，所以一家航公司很难做到长期不发生事故，一个国家做到长期不出事故就更难。保证飞行安全、防止飞行事故发生是各国民航从业者的首要任务。飞行安全水平是民航管理水平、设备质量和人员素质的综合反映。

衡量飞行安全水平的指标通常使用事故万时率、事故万架次率和亿客公里死亡率。

事故万时率是按飞行小时计算的事故次数，即指一个单位、一个国家平均一万个飞行小时发生飞行事故的次数。

亿客公里死亡率是按运送旅客人数计算的造成旅客死亡人数，即指一个飞行单位平均每运送一亿客公里发生事故造成旅客死亡的数字。

从世界范围看，航空运输安全水平总的趋势在提高，即死亡事故次数和死亡人数的比率

都在下降，但各个年份有高有低，不尽相同。1995年，全球残死亡事故次数和死亡人数均高于上一年，呈上升趋势，全年共发生死亡事故57起、死亡1215人，高于前10年的平均水平——44起死亡事故和死亡1084人。这一年，喷气式定期客运航班发生9次死亡事故，其中最严重的是美国美利坚航空公司一架波音757飞机由于飞行员操作失误在安第斯山脉撞山坠毁，机上164个人中160人丧生。1996年4月3日，美国商务部长布朗乘坐的飞机在克罗地亚地区失事坠毁，部长及其随从33人全部遇难。当时布朗率团参加了在法国举行的西方七国就业问题会议后，正准备到波黑访问。他乘坐的由波音737改装的空军专机，性能良好，驾驶员技术高超，可是却碰上了恶劣的天气。飞机在克罗地亚最南端的杜布罗夫尼克坠毁，整架飞机烧得只剩下机尾，碎片和尸首散落在周围300米的范围内，机上有布朗部长和美国11家大公司的代表共33人，无一幸免，尸首难辨，这是1996年影响较大的一起空难。

中国民航近年来实行严格管理、注重打好基础，提高人员素质，1995年全民航系统实现安全飞行，全年安全飞行120万小时，连续18

个月没有发生重大死亡事故。特别是中国国际航空公司飞行总队自 1955 年 1 月 1 日成立以来，始终不渝地坚持全心全意为人民服务的宗旨，坚持“安全第一、预防为主”的方针，坚持严字当头、事实求是的科学态度和严密的组织、严格的训练、严明的纪律、严谨的作风，经过员工们的努力拼搏，连续安全飞行 40 年，在我国民航史、乃至世界民航中都创造了辉煌业绩。

说到航空安全时，人们还必须对飞机的“同路人”——鸟类提高警惕。有时，同“航”竟是冤家。

第一次发生这样的事情是 1912 年在美国加利福尼亚，当时一只海鸥落在发动机上致使飞机坠毁，著名的飞行员罗杰斯不幸身亡。这还是一架飞行速度很慢的飞机。

1960 年 10 月 4 日，黄昏将至，美国东方航空公司的一架客机，在东海岸名城波士顿一个机场上起飞，离地不久飞机的推进动力突然锐减，接着就发生失速，所有的操纵面均告失效，飞机随之坠入机场附近的大海之中……机上 62 名乘员无一生还，还没离开机场候机大楼的送行人群亲眼目睹了这一幕悲剧。人们很快在机场附近发现了 75 只尸骨未寒的死鸟——这群

鸟竟是酿成这起航空史上空难死亡人数最多的一次惨案的罪魁祸首。原来，当这架客机离地升空之际，一群惊鸟相继闯进该机的1、2、4、号发动机……

1987年9月28日，美国空军的一架可变后掠翼战略轰炸机B—1B，在离地面180米的高度上以1000公里/小时的速度飞向国土纵深处的一个训练目标时，机头前方突然闪过一道白光。伴随着一声巨响，飞机晃动起来，一台发动机的液压导管开始冒出浓烟烈火，随后此发动机的压缩器又出现了故障，排气温度急增……虽然6名机组人员奋力排障，飞机也只能爬到2500米高，但抖振和右滚现象仍无法抑制，飞行高度随之急降。在此危急关头，3名机组人员弃机跳伞，另3名来不及跳伞的军官随着以70度的右倾角歪斜的飞机猛然坠地。经过周密的调查分析终于弄明了真相：那道从机头左前方闪过的白光，乃是重约6800克的白鹈鹕鸟向这架B—1B飞机3号发动吊舱上方左侧身袭来的身影，这颗“肉弹”击穿了蒙皮，打断了一些导线和导管。价值1亿美元的最现代化的战略轰炸机就这样被一只不知天高地厚的白鹈鹕鸟“击落”了。

即使是飞行速度慢得多的直升机，有时也难以回避飞鸟的撞击。其中最令人吃惊的例子是：加拿大的一架直升机的风挡被迎面袭来的飞鸟击破后，4 名乘员来不及反应就被鸟体击中身亡……

1981 年 3 月，埃及国防部长率领 13 名高级将领，乘坐一架米—8 型直升机前往一个要地……谁能料到，这批埃及军界精英此次登机之日竟成了他们“死亡”之时。经过一番兴师动众的调查，才发现造成这起航空史上鸟机相撞死亡人员级别最高惨案的原因竟是进气道吸入了飞鸟……

美国空军的飞机，每年与飞鸟发生碰撞的事件超过 2000 次，平均每天 5～6 次，轻者人机俱伤，重则机毁人亡。

美国的客机与飞鸟发生碰撞的事件，每年起码有 4000 次，所造成的直接经济损失超过 2000 万美元。

1983～1984 年，日本三家最大航空公司所属的飞机，共发生了 1000 多起与飞鸟相撞事件，其修理费用超过 8 亿日元。

据统计，世界上每年发生数万起飞行器同鸟类相撞的事件。当然，不是所有事件都以空难

告终。

从力学的概念分析，两物相撞，双方都得分担由此产生的冲力——参与碰撞的物体质量越大、相对速度越高、接触时间越短，所承受的冲力越大。

当飞机以900公里/小时（150米/秒）的速度与一只900克的飞鸟相撞时，其冲击力约为1330千牛（即工程力学制中的135吨力）。

牛顿的力学原理是无情的，参与碰撞之两物所产生的冲击力理应由它们同时分担。无知的飞鸟当然只能落得个粉身碎骨的下场，由高级合金制造的飞机机体也不会不严重受损。

造成飞行事故的鸟类首先是海鸥，占53%，其次是凤头麦鸡，占13%，还有鸥椋鸟、燕子、鸽子、老鹰、天鹅、鹈鹕、野鸭、乌鸦、白嘴鸦等。

在较高的高度很少发生机鸟相撞的事情，机鸟相撞的创纪录高度为1.1万米。大多数事故发生在离地面100到1000米的高度，而且通常都是在飞机起飞和降落的时候。

在这方面，位于海岸附近和候鸟迁移路上的机场最危险。而机场本身也容易吸引鸟类，它们觉得空旷的场地是安全的地方。鸟对飞机已经习惯，不再害怕。热流中的跑道上有许多小蚊

子。雨后蚯蚓要爬上混凝土跑道，这些食物吸引着鸟群，如果附近有垃圾场，那鸟就更多了。

鸟类撞击飞机的问题已非常严重，各国都已开始寻找解决办法。世界上 42 个国家的 300 多个科研机构都在研究这个问题。人们最初是消灭鸟群。可是一种鸟被消灭了，紧接着又出现其他的鸟。后来人们开始吓唬鸟，让它们厌恶机场。使用了从稻草人、信号弹到电脉冲等各种手段。还有些地方养一群受到训练的老鹰，用它们来“整顿”秩序，但其价格昂贵……总之，鸟类正在迫使人类付出巨额代价来解决这个非同小可的问题。

在竞争激烈的民航市场上，近年来各航空公司为争取旅客，把改进服务的重点放在利用高科技手段在空中为旅客提供更多的服务方面，包括卧铺、信息、娱乐，使旅客在 10 多个小时的长途旅行中能继续办公、与地面保持联系、获得各种信息、享受视听娱乐服务。例如，有一种娱乐系统，可为旅客提供下列服务：

个人电视，有 22 个频道供选择，其中包括 14 个电影频道，其他则为旅客提供新闻、体育、喜剧等多方面频道。

数码收音频道，有 12 个娱乐性的电台频

道，给旅客更清晰的音质及更佳的听觉享受。

目的地资料，目前，可提供12个目的地的机场、交通、旅游点、节目及节目资料，而且以后可提供更多城市的资料，包括餐厅、商厦及酒店的资料。

电话，每位旅客都可以在自己的座位上通过卫星通信网络与世界任何地方通话。

下一步还可以提供更多的服务，如：

电讯新闻服务，每小时不断提供最新的世界新闻和财经消息。

航空购物，通过荧光屏显示货物样式及特点，可用信用卡付款，并可直接送抵世界上每一角落。

视听需求服务，乘客可根据自己的需要，预先选定电视和电台节目，随时欣赏。

美国的总统专机“空军一号”被誉为当今世界上最舒适、豪华、安全的飞机，机上设有一个总统套间，内有两张双人床，室内有淋浴设备。机上冰箱储存的食物够100人吃上一个星期，还有两间厨房和6个盥洗室。机上配备了85部电话和立体声音响，可收看8个频道的电视节目，还有4台电脑、两台复印设备以及电视监测器和保密电话。有间小屋稍加整理就是一座小

型医院。为了总统的安全，机上还有反导弹装置、防核战设备等。

天星内功

人造卫星是怎样构成的？它肚子里藏着什么秘密？

人造卫星由包含各种仪器设备的若干系统组成，这些系统可分为保障系统和专用系统两类。保障系统主要有结构系统、热控制系统、电源系统、姿态控制系统和轨道控制系统等。有些卫星还装有计算机系统，用以处理、协调和管理各分系统的工作。返回型卫星还有返回着陆系统，它由制动火箭、降落伞和信标机组成。、

卫星的保障系统可保证各种卫星正常工作的基本条件。比如卫星都要有一个结实的外壳，这个外壳要有保护“内脏”不受高空辐射，不遭宇宙垃圾碰撞，保证内部仪器的容积等功能；卫星上还要有太阳能电池阵，这些电池有的贴在卫星的外壳上，有的做成可展开的太阳翼；卫星还要有天线，有固定式的，也有像伞一样的展开式的，这些都属于人造卫星的结构系统。

人造卫星是在十分严酷的温度条件下工作的，卫星朝向太阳时，温度可高达几百度，背向

太阳的地方却又一下子低到了零下几百度。1995年美国“发现”号航天飞机与前苏联“和平”号空间站进行轨道交会试验时，美国宇航员身穿最新式的宇航服，曾在航天飞机舱外的背阴处停留了20分钟，结果宇航员高呼：“手快要冻僵了！好像在冰箱冷冻室里！”而此时的温度才仅仅为−80℃。返回式卫星从发射到返回要经历−200℃以下至10000℃以上的环境温度变化；卫星上的仪器设备有的需要恒温环境，有的需要超低温环境；有的要求强化散热。而卫星大约在65%～70%的时间内，会受到太阳的强烈照射，致使卫星体温达100～200℃，如此高的温度，影响绝大多数仪器的正常工作。卫星按照轨道运行到地球的阴影区时，表体温度又会骤然下降至−100～−200℃。而在此种环境中，卫星内的仪器也无法使用。如何控制卫星内外的热交换过程，使其热平衡温度处于要求范围，保证卫星能工作？这便是卫星的热控制系统的主要任务。

据说，早期航天专家们为解决这一难题而苦苦探索之时，蝴蝶还帮了大忙。当时，正值气温与阳光照射变化较大之时，蝴蝶却毫无感觉。后来，在生物学家的帮助下，解开了这一科学之

谜。原来蝴蝶的身体表面覆盖着一层细小的鳞片，形成无数个反光镜。当气温升高时，鳞片会自动张开，增加反射太阳光的角度，令其减少太阳光的照射，免受太阳灼伤。当气温下降时，鳞片会紧紧地贴在身体表面，让太阳光直射在鳞片上从而吸收更多的太阳能，增加体温。于是，科学家们茅塞顿开，研究成一种巧妙而灵敏的仿生学装置。这种装置的外形很像气象站的百叶窗，每扇叶片两个表面的辐射散热功能相距甚远。百叶窗的转动部位装有一种对温度极敏感的金属丝。利用金属丝热胀冷缩的物理性质，当卫星飞至地球阳面时，温度超过标准，金属丝就会受热膨胀，使叶片纷纷张开，将辐射散热能力大的那个表面向着太空。当温度迅速下降时，也就是卫星飞行至地球阴面时，金属丝会遇冷而收缩，使每个叶片紧紧闭合，让辐射散热能力小的那个表面暴露在太空，抑制卫星散热。

人造卫星工作需要电源，一般来说，一颗人造卫星上的电源质量占了整个卫星质量的15%～25%。这些电源按能源方式的不同分为化学电源、太阳能电池阵源和核电源。早期发射的卫星多用化学电源，如锌汞电池、锌银电池、镉镍电池。50～60年代的科学试验卫星、空间探测

器和返回式卫星多采用锌银电池，它的放电电流和比能量都很大，是短期飞行卫星的主要电源。另外镉镍电池、镉银电池和镍氢电池也常用来作为太阳电池阵的蓄能器。太阳能电池阵电源是人造卫星及其他航天器上最常用的电源，在地球外层空间，太阳辐射强度为地面的1.3～1.7倍。采用太阳能电池阵可减轻卫星的质量，太阳电池阵由一个个太阳能电池组成，或贴于卫星表面，或成伞状、翅膀状，它可以吸收太阳光把光能转换成电能然后转存入蓄电池中，这样就可以解决卫星进入轨道背阴区时的供电问题。这种电源系统的工作寿命可达10年以上。有的卫星上还用核电源，比如放射性同位素温差发电器、核反应堆温差发电器和热离子发电器，它们都是采用原子核的突变所释放的能量来发电。这些能量以热的形式输出，由热电转换器转换成电能。核电源寿命长、工作可靠，对宇宙空间的核辐射、强带电粒子场和微流星轰击等的承受能力强。但是价格贵，而且，万一卫星坠落，核电源污染环境危害较大。以上种种电源都属于人造卫星的电源系统。

无论是执行什么任务的卫星，都必须有姿态控制系统。对地观测卫星的照相机或其他遥

感器必须对准地面；通信卫星的天线必须对准地球上的服务区；卫星上的太阳翼必须对准太阳；卫星返回地面时，其制动防热面必须对准迎面气流方向等，如果没有良好的控制系统，卫星即使被发射上天，也是徒劳无用的。卫星的姿态靠什么来控制呢？可以靠喷气机构、磁力矩器和飞轮来控制。喷气机构通过喷出高速气体或离子流对卫星产生反作用力矩，实现卫星姿态控制；磁力矩器利用卫星内通电绕组所产生的磁矩和环境磁场作用来实现控制；而飞轮则是一种由电机驱动的调整转动部件，通过卫星与装在卫星内的飞轮之间的动量交换来控制卫星的姿态。

卫星的轨道控制系统也十分重要。比如，通信卫星、广播卫星定点在一定的轨道上运行，其轨道不能乱变，如果随便乱动，一则影响地面上的跟踪接收，另则会干扰邻星的工作，使电波互相“打架”；对地观测卫星一般选用太阳同步轨道，这条轨道必须保持不变才能使卫星每过一定的整数天飞经同一地点一次；再如，用多颗星组成的导航星全球定位网，为了使地面用户能同时看到几颗星，卫星之间要保持一定的相对位置等，这些都是卫星轨道控制系统要解决的

"难题"。卫星的轨道控制系统比较复杂，要进行大量的测量和计算。

上述这些分系统，都是属于人造卫星的保障系统这一类的，是卫星上共有的系统，那么，卫星还有什么专用系统呢？

卫星的专用系统是指与卫星所执行的任务直接有关的系统，大致可分为探测仪器、遥感仪器和转发器三类。科学卫星使用各种探测仪器，比如红外天文望远镜、宇宙线探测器和磁强计等，探测空间环境和观测天体；通信卫星则通过通信转发器和通信天线传递各种无线电信号；对地观测卫星使用各种遥感器，如可见光照相机、侧视雷达、多光谱相机等，获取地球的各种信息。



宇航员的生活

成为航天员的条件

直到60年代初，有关空间的知识，人们知道得还是很少很少。例如，没有人知道空间环境对人体器官会产生怎样的影响，没有人知道人的头脑在空间能否清醒思考，能否控制自身情绪并采取正确行动，也没有人知道人体能否经得住超重和失重。

针对这些问题，科学家们为航天员的训练，安排了广泛的科目。航天员的候选者必须有很大的保险系数。

训练试验奇特而又非常严格，特别是对人体的前庭器官，只有试验中前庭器官稳定而不混乱的人才有可能成为航天员。试验中，要求接受训

练的学员自旋转、振动以及坐在离心机中推动并突然停止，还要求你闭上眼睛转动脑袋。你的身体围绕着轴旋转并倾斜着倒下来，你有着一种从吊环中抛出去的感觉。试验中似有人抓住你使你摆动，蒙着你的眼睛振动达16分钟。大约有三分之二的候选者，在振动两分钟后就吃不消而要求停止试验，不想当航天员了。这仅是持续数年训练的第一次试验的一个科目。

不论是前苏联或美国，航天员候选人是在有熟练飞行经验的空军驾驶员中挑选的。美国规定，空军驾驶员必须具有1500小时空中飞行经验者才有机会候选。到1959年4月，美国从508名候选者中只挑中7名接受航天训练，要求是极为严格的。在空中飞行小时的规定上，前苏联没有美国规定那么高，通常在200飞行小时以上即可。例如，第一个飞向太空的尤里·加加林，作为航天预备队员接受训练时，只具有250小时的飞行经验。

随着空间技术的改进，对航天员的医学要求和航天员的训练方法也发生了变化。例如，当前苏联的联盟号载人宇宙飞船试验成功后，就不再需要在离心机上进行重力加速度载荷试验；大大减少了返回舱再入大气层经受加速度

过载训练；核心舱的训练也放弃了，因为联盟号载人飞船在轨道飞行和返回时有着很舒适的环境。

第一批航天员训练时，还必须单独在与外界完全隔绝的隔离舱室内生活若干日子，试验的目的是要确定一旦和地面失去无线电联系时航天员的心理稳定性，后来这个试验也取消了，因为单人独飞的航天时代过去了。

现在，良好的体力和健康的身体仍是选择航天员的主要条件，但在医学上的条件没有过去那么严格。例如，轻度的视力毛病不会成为候选航天员的障碍。航天员康斯坦丁·菲亚克梯斯托夫和阿列克塞·古巴列夫在航天飞行时就戴着眼镜。任何医学上健康的人都能承受飞行和加速度过载。当然，也并不是所有人能完成空间飞行，即使在遥远的未来，患有心脏病的人要想进入空间旅行仍将是非常困难的。

但是，航天员在轨道飞行的职责在不断扩大，必须进行的科学、技术和医学实验项目越来越多，工作范围的广阔使得挑选航天员的条件也有所变化。航天员必须具有多个领域的知识。这会变得越来越重要。

前苏联在挑选首批航天员时，还有一些其

他的严格条件，例如，必须有很好的体形，体重不超过75千克，身高不超过1米75，这是由当时的东方号宇宙飞船的结构条件决定了的，现在这种条件不会再起作用了。

妇女飞向太空是不容易的。第一个女航天员太空飞行的实践和发现，使专家们作出结论：倘若妇女进行特殊课程训练，她们同样能承受航天环境。因此，不论性别，妇女和男人一样，也可以飞向太空，并在那里进行工作。

现今的宇宙飞船和航天站，装备着各种计算机和精密仪器设备，妇女一般较细心、有耐心，操纵这些设备更胜任和得心应手，而艰难一些的手工操作由男人完成更合适。专家们认为，今后应该由男、女混合构成航天乘务组。

太空挑战者

尤里·加加林是世界上第一个飞向太空的人。1934年他出生在俄罗斯欧洲部分的斯摩凌斯克地区一个农民家庭，毕业于一所职业学校后成为一名工人，然后又就读于第二工业学校，最后毕业于飞行学校而成为空军歼击机驾驶员，后被选中加入航天员预备组，接受严格的航天模拟训练。除了职业标准外，他以良好的素

质、个人魅力、勇敢和超群的勤奋，在竞争者中脱颖而出，被选中为宇宙空间的敲门人。1961年4月12日，它乘东方号宇宙飞船进入轨道，绕地球一圈，历时108分钟，然后安全返回地球。因此，他成了人类飞向太空、拉开空间旅行序幕的第一人。1968年，他在一次飞行训练事故中丧生。

瓦莲蒂娜·捷列什科娃是世界上第一个到达宇宙空间的妇女。她1937年出生，在一个地区小城镇长大，先是在雅洛斯拉夫的一家轮胎厂工作，然后就读于第二轻工业技术学校。她参加跳伞运动，然后又进入飞行学校。尤里·加加林首次太空飞行的消息激发了她要遨游太空的愿望，第二天她便去莫斯科有关当局，要求参加航天员准备组接受培训。出乎意料的是这个请求竟获批准。她在1963年6月16日独自一人乘东方6号宇宙飞船进入空间，绕地运行49圈，历70小时又50分钟，然后安全返回地面，成为人类史上第一个飞向太空的妇女。她的这次首创性飞行是极不容易的。飞行过程中的一些发现，为后来培训女航天员安排特殊训练课程提供了依据。

列昂诺夫·阿列克赛是第一个在太空行走

的人。1965年3月18日，他乘坐双人飞船上升2号绕地运行17圈，历时26小时2分钟。其间，他曾穿上太空服走出飞船座舱，在开放宇宙空间漫步8分钟，然后安全返回飞船。

阿姆斯特朗是人类第一个登上月球的人。1969年7月16日，三位年龄同为39岁的阿姆斯特朗、奥德林和柯林斯乘阿波罗11号宇宙飞船首航月球。5天后的7月21日飞抵月球。柯林斯在指挥舱里继续绕月球轨道飞行；阿姆斯特朗和奥德林乘登月舱在月球静海着陆。指令长阿姆斯特朗首先爬出舱门，用左脚踏上月面时说了一句意味深长的话："对一个人来说，这是一小步，但对人类来说，这却是一个巨大的飞跃！"待阿姆斯特朗登上月面之后，奥德林也踏上了月面。他两人在月面停留21小时18分钟后才启程返回地球，成为人类史上第一次登上月球的人。

1972年12月7日，塞尔南、施米特和埃文斯三人乘阿波罗17号宇宙飞船一起飞往月球。埃文斯在指挥舱绕月球飞行；塞尔南、施米特两人登月后，在月球生活和工作长达75小时，然后，启程返地球，他俩成为在月球生活时间最长的人，而且，施米特是世界上第一个参加太空航

行的科学家。

斯·萨维茨卡娅是第一个到开放宇宙空间的妇女。1982年和1984年，她曾两次执行航天任务。1984年7月第二次太空飞行时，她来到了开放空间进行了3小时35分钟太空行走。

弗·科马罗夫是人类航天飞行中第一个牺牲者。1964和1967年他曾两次执行航天任务。1967年4月23日第二次航天时，他乘联盟1号宇宙飞船在轨道飞行26小时后返回，由于降落伞故障飞船坠毁而遇难。

从1961年4月12日人类第一次进入太空，到1990年12月11日美国航天员布兰德等七人乘哥伦比亚号航天飞机归来的30年时间里，美国和前苏联共进行139次载人航天活动，有241名航天员，其中包括14名女性航天员，共419次到太空旅行。其中前苏联东方号飞船飞6次，上升号2次，联盟号8次，联盟（T及M）到礼炮号航天站飞42次、到和平号航天站飞11次。美国水星号飞船飞6次，双子星座号10次，阿波罗11次，阿波罗飞天太空实验室3次，航天飞机飞38次。另外，前苏联联盟号飞船和美国阿波罗号飞船在空间对接一次。

除美苏两国之外，通过国际合作选派航天

员进行训练并到太空遨游的国家有德国、法国、保加利亚、捷克斯洛伐克、波兰、匈牙利、越南、古巴、蒙古、罗马尼亚、印度、叙利亚、沙特阿拉伯、加拿大、荷兰、墨西哥、阿富汗以及日本等18个国家。

人类飞向太空已成为常事，今后会有更大数量的人进入太空生活、工作，这是航天科技发展的必然结果。到目前为止，人类在太空活动的杰出成就中，值得特别书写的是前苏联航天员季夫、马纳罗夫在1987～1988年期间创造了在太空一次连续停留一年的记录，以及美国共有七艘飞船21名航天员参加登月飞行，18名航天员进入了绕月运行轨道，并有12名航天员登上月球，成为迄今为止离开地球最远的一批人。

人在太空的感觉

人一到太空，最明显、最直接的感觉是环境变了，首先是失重引起人体生理、心理上的一些变化。前苏联太空飞行的经验表明，大约50%（美国经验说约75%）的航天员确实感受到失重效应给身体带来的不适。他们感觉到他们在颠倒着，经受着头晕、行动失去协调以及无食欲

之烦恼。这一切影响了他们的工作能力。下面列举一些航天员的回忆。

前苏联航天员格·格列奇科描述他初到太空时的感受时说："你感觉到，就像你的头向下倒立，血液涌向头部，头脑发胀，脸胀得通红，胸腔似乎充满了血液，自我失去协调。"航天员万·雷米也有同样感觉，他说："一天下来，在镜子里你竟不认识自己胀红了的脸，你的行动失去协调，好像用自己的头不断撞击某物。"

医学家们称这种现象为"太空病"。但这不是一种真正的毛病，而是人体器官对失重的一种反应，因为正常的在地球引力作用下的血液循环受到了干扰。

在飞行阶段，航天员的感觉并不是一样的。一些人能较快适应失重状态；另一些人则较慢。然而，一般来说，这种不愉快的感觉，经历七到十天后更可消失。旅居太空的时间变长，血液在体内的再分配便变得稳定。一些多次进行太空飞行的航天员说，后来的飞行，适应失重过程时的痛苦与麻烦少得多了，经历的时间也短得多了。这一点表明，身体具有"记忆"功能，能记起这种状态，使航天员的身体能较快调节而适应失重。虽然如此，到目前为止，科学家还不能识

别在太空中头几小时和头几天期间，在生命组织中发生的所有变化。这是自动适应失重的危险时期。

航天员的锻炼器械

人在空间，必须保持肌肉组织的良好状态，并防止由失重引起的虚脱。失重对人体影响之严重性，是在1970年航天员安·尼可来耶夫经18天的航天飞行才被认识的。这次飞行给许多专家带来了不愉快的经历。在这之前，航天飞行期间较短，他们认为人体必须适应失重，那时，他们被认为在空间要调节到地球重力条件是困难的。

当安·尼可来耶夫和弗·斯万塔塔诺夫结束航天飞行返回地球着陆时，他们在没有别人帮助的情况下，走不出飞船。航天员既不能站立，甚至连坐也很难。他们的脉搏率和血压都很高。

航天医学家们不久便知道了问题出在什么地方。他们发现，长时间在失重状态下飞行和缺乏锻炼，削弱了航天员的心脏和体质。在失重状态下，肌肉组织的负荷是不合适的。因此，肌肉开始变弱，力量变小。人体坚硬的骨头在太空中

也没有了用处。人体摆脱了它不需要的东西，其结果是钙从骨中消失，骨骼变得很脆。因此航天医学家们不得不考虑采取某种办法，使身体"记忆"起地球功能和抵消失重。这样他们便提出建议建立一个太空器械锻炼室。

现在航天站上的器械锻炼室拥有自行车练功器、胸扩展器、跑步练功器以及一些其他锻炼器械。自行车的骑手负荷可以从最轻调节到最重。在后一种情况下，航天员踏两分钟之后会感到犹如已经爬了一座很陡的小山。通常，航天员按规定每日在跑步练功器上跑 4 至 5 公里。

体力锻炼室建立初期，还缺乏锻炼的经验和知识，当时航天员必须每日进行的体力锻炼是很艰苦的，因为他们与其说是进行锻炼，不如说是从事某种令人讨厌的工作。

那时，航天员每天要在太空锻炼器械上操练 2.5 至 3 小时。多年实践获得的经验，使现在有可能将这种操练时间缩短为 1 小时和半小时。

已经发现并证实，如果航天员按照医生规定的办法操练，从太空返回时，他们能很快地使自己重新适应地球。

安·尼可来耶夫和弗·斯万塔诺夫在 18 天

太空航行归来后，花费将近6个月时间才恢复体力。而现在，在持续几个月甚至一年之久的航天飞行之后，重新适应地球的生活，相对来说没有什么痛苦与麻烦。航天员在返地着陆后几天，走路就没有困难了。他们的前庭混乱消失，行动时的协调能力得到恢复。经1个半至2个月时间，航天员们的体力实际上和航天飞行前一样了，如果需要，他们便可再进入太空执行任务。

例如，弗·季托夫和穆·马纳罗夫在太空连续飞行一年之后返回地球，着陆后只几个小时便轻松地走下舷梯。第二天就在莫斯科附近的星城散步。两天后，还用半个多小时回答了记者的问题。航天训练中心的医学专家说，他们除了在支持运动的系统和血液供给方面有一些异常，如不能站立1小时外，健康状况令人满意，自我感觉也良好。

前苏联卫生部医学生物学问题研究所所长阿·格里戈时耶夫说，这证明他们制定的预防失重对人体影响的方法是有效的。他认为，为了使航天员能很快地适应返回地面后的生活，就不能让他们“过份好”地适应失重。格里戈里耶夫说：“航天员在太空飞行期间，一天作两次运动，每次1小时，不计人8小时工作日之内。这

些运动项目有，穿压力服在跑步器上跑5公里，在自行车练功器上骑10多公里，在促进血液向腿部流运的装置上锻炼。他们也服用水——盐增补剂，必要时还用药。”前苏联还为航天员航天飞行后的适应地球生活制定了整套恢复措施，包括传统的按摩、水按摩、俄罗斯蒸汽浴、游泳、看电影、出席音乐会、生活在亲友间等。

航天员在航天站的生活

在航天站和飞船上，航天员的工作和业余生活，一般由计划专家们安排。他们既要考虑航天员进行尽可能多的实验项目，又要保证航天员有维持健康状况和工作效率所必需的医学条件。

载人航天飞行初期，飞行计划安排到每一个工作日。要考虑到白天、黑夜条件所进行的各项实验、通信期和其他因素。飞行计划或详细计划列出每天必须完成的各项工作。但是，应该指出，在长时间轨道飞行时，预见每一件事是不可能的。因此这种详细航天计划后来遂被放弃。现今，对长时间轨道飞行只用一个总的计划，列出主要事情，诸如运输飞船的发射、着落以及接待航天人员、进入太空、进行的主要实验、休息日

和医疗日。航天员带着这种计划进入轨道。然后预先4天制定每日计划，列出适应弹道和白天、黑夜条件的所有工作，并制定和地面及海上测量站的通信时间。

在航天站上，工作日从上午8时开始（地面莫斯科时间），晚间11时结束。然而从医学角度来考虑，航天乘员醒着的15个小时里，用于研究观察和维护设备时间不应超过6到8小时。实际上，航天员并不恪守这些规定，有时一天工作达10到12小时。

为了便于和地面设备同步，航天乘员使用地面时间，每日的生活尽可能跟随地球。和地球上一样，他们每周休息两天。通常利用其中一天清扫航天站，另一天休息。每两周，航天员洗一次澡。航天员进入带有防水拉链的聚乙烯舱内，水和暖空气打入其中。洗澡时使用海绵和肥皂。在失重状态，肥皂泡沫自由漂浮，为阻止泡沫进入嘴巴、鼻子和眼睛，航天员通过软管进行呼吸并戴上护目镜。个人卫生属另一类，航天站乘员洗、擦用的餐巾纸；毛巾被充塞在一个专门的机构内。和平号航天站上还设有盥洗盆。设计师将它放在一个透明帘布之下，保证落水不会在舱内漂浮。帘布上有用于放手和头的洞。牙膏是一

个专门的不起泡的类物。电动剃须刀带有一个空气吸力器。

在航天站，一名航天员每天约消耗 0.8 千克氧气，0.7 千克食物和 3 千克饮水。此外，用于洗脸、洗手、洗衣和洗澡的水平均每天约 6.5 千克。这样 3 名航天员在航天站生活工作一个月，共需消耗 1 吨重的氧、食物和水，它们由航天货船从地面运送到站。因为这些生活所需消耗量较大，长期并完全依靠地面运送，实有困难，所以部分靠自力更生解决。例如，部分供水是通过再生式供水系统从航天站空气中采集，用过的污水和小便也经过过滤、蒸馏或杀菌消毒后循环反复使用。又如，通过特殊的电化反应，可从航天员呼出的二氧化碳中提取氧气，使氧也能循环使用。科学家现在正在研究一种办法，要从人的固体排泄物中经过处理回收可供循环使用的食品，但目前技术上还做不到这一步。

航天站生活区的温度在 18℃ 到 28℃ 之间，航天员可根据意愿调节。至于睡觉和休息，站上拥有单间，航天员可以单独休息。总的说来，航天站的生活舒适程度是一个经济问题，而不是技术问题。尽管长时间轨道飞行，积累了许多有

价值的经验，但是在航天站上最佳的工作和学习、生活日程表还在继续研究和探索着。

航天员的睡梦

当有人问航天员，他们在航天站睡觉做什么样的梦时，他们说，只做地球上的梦。航天员万·列勃捷夫说："总的来说，不论是在航天站，还是在地球，我从未做过关于太空的梦。"这位航天员曾在航天站执行过 211 天的任务。在太空停留过 237 天的列·开兹，弗·苏洛伏夫和奥·阿托科夫也是这样说的。在航天站他们梦见亲人、朋友、故乡和家中的事情。

在航天站睡觉并不是一件容易的事。一些航天员发现自己很难在失重状态下睡着。最初几个晚上，特别是第一夜，可能是因为全身都发生变化以及过于兴奋，所有航天乘员的睡眠都是断断续续的。睡一两个小时便醒过来，换个姿势再睡一两个小时。有的航天员要靠吃安眠药丸方能够睡着。

然而，以后生活逐渐变得正常起来。他们的睡眠，就像其他任何健康人经过一天艰苦工作后一样，睡得很香。

从生理上说，在地球上或太空中，睡眠的功

用是同样的，就是让大脑休息并为它提供氧气。在失重状态下，血液涌向头部，头脑发胀，血流加快。通常在航天站睡眠时间持续不长。虽然工作日程表规定 8 小时睡眠，实际上航天员睡 6 小时就感到很好了。

在航天站睡觉不用床，航天员睡在用带子系紧的睡袋内。一些航天员宁愿睡在天花板上，因为那里有更多的空间。当然，在失重状态下，地板和天花板之间的区别是相对的。在早期航天站飞行期间，睡觉时两臂自由摆动，它们会自动交会在胸前并“飘浮”。因此，像包扎婴儿一样包住自己是最好的办法。这就是航天站航天员睡觉用睡袋的原因。

航天员的饮食

航天员的饮食从一开始就是一个问题，没有经验。当时没有人知道，在失重状态下航天员是否能吃干物或流体，或者要吃什么样的味道。早期的航天飞行，饮食的选择范围很小，只有不多的几种液状和胶状食物。这些食物的味道离航天员的要求很远。当然，从那以后已发生了很多变化。

现今航天站上航天员的食谱包括大约 70 多

种花色。保加利亚专门研究宇航食品的低温生物学和食物液化科学研究所以给前苏联提供宇宙食品而闻名于世。美国国家航空航天局的宇航中心也曾多次派专家去索非亚，考察用保加利亚的宇航食品为美国航天员提供给养的可能性。这里的食品用专门工艺加工而成，具有长时间保留味道和特性的优点。航天员最推崇的食品是酸奶黄瓜露。航天员在航天站进行长期的轨道飞行，判断食品味道的好坏会发生实质性变化，医学上目前还无法解释这一点。然而人们发现了这一事实后，酸奶黄瓜露以及其他酸奶制品便被吸收到航天员的食谱中来了。这是因为，如果航天员长时间不吸收含有丰富钙的奶制品的话，他们的骨骼就得不到钙的补充，牙齿也会变蓝。

这70多种宇航食品都是从没有受到任何污染的天然植物中提取的。除了酸奶黄瓜露外，还有各种各样的汤、肉食和干果。例如管装蔬菜汤、罐头肉和鱼，咖啡和茶以及草莓、苹果、杏、蜜瓜、桃等做成的干果，甚至还有辣椒酱。有些食物用专门方法纯化，如果把水加进这些食物，它们就会恢复成原来的样子。现在有定期货运飞船给航天站运输货物，就更可以增加各种饮

食、新鲜水果、蔬菜，甚至还有经纯化的最可口芥子以及通常的听装食品。

相当长一段时间，航天员进餐只能选择一份完全的配额，无权自己选配食谱。从这一点来说是不自由的。营养学家们认为，个人对食物的偏好可能会导致饮食的不平衡。在航天站，医生规定对食物的选择应保证热卡和维他命含量的平衡。大夫们还规定航天员每日四餐：第一早餐、第二早餐、中餐和晚餐。他们认为这样安排最有利有于人的身体组织吸收营养。热量消耗每日为 3200 卡路里。这里列出一天的菜谱，作为一个例子：

第一早餐：冷烤猪肉、糊状土豆、富麦面包、榅桲茎和咖啡；

第二早餐：奶酪、船型饼干、苹果汁；

午餐：胶状鲟、粟色汤、焖牛肉、面包、葡萄和梨子汁、李脯；

晚餐：带蛋猪肉汉堡包、含坚果干酪、黑面包、甜食和茶。

但是，后来还是允许航天员吃他们喜欢吃的东西。现在每个航天员可选择它们最喜欢的食物吃了，不受限制。这可能是由于宇航食谱已经很丰富的原因吧！

在航天站停留时间达60至80天后，许多航天员食欲减退，胃口变小。这是由于新陈代谢的变化和身体组织的改变所致。另外，他们对某些食物厌烦了。任何一个吃罐头食物的航天员都这样说。实际上，在太空和地球上的旅行者也面临同样的问题。现今有许多研究人员仍在努力探索和研究这个问题。

航天员的穿着

他们不穿时装。一天10到12个小时，航天员穿“企鹅”棉花轨道服。这种衣服的某些部位塞进弹性带，能对肌肉施以外部负荷，用以补偿地球引力。每个航天员还配备一套契比斯(Chibis)真空服。穿这套衣服的目是能使血液在往身体低部位流动时产生一个附加的流动力。真空服穿在身上，看起来有点怪。可以想象，和金属鞋及起皱的裤连在一起的真空服穿在身上，像一个小桶围住身子，其内壁有一个橡皮紧身衣，紧贴着人的身体。当空气从衣服中抽掉时，下部位的空气比上身更稀薄，这样血液往身体低部位流动时就获得附加流动效应。这个效应人们早就知道，并在医学上获得

应用，例如冷冻处理。在降落地球之前，航天员穿着真空服能调节他们的血管系统去适应地球引力。

每个航天员还配备一套到航天站开放空间工作的宇宙服。这是一套精巧的太空服，是一个可以压缩成最小的模块。它内部装有生命保障支持系统，保障人的氧气供应、收集二氧化碳并排除过剩的热量。生命保障系统是极其复杂的，能保证航天员工作在高真空、强辐射和白天黑夜间温度从－150℃到150℃的急剧变化条件之中。穿上这种宇宙服在开放空间可连续工作6～7小时。航天员在宇宙飞船进入轨道进行对接和再入大气层期间，他们穿另外一种轻型太空服。这种轻型太空服能保证航天员免遭减压事故。

航天员的空间活动

宇宙空间的环境极其恶劣，人到开放空间活动是很危险的。但这是研究和探索空间必不可少的部分。1965年3月18日，前苏联公民阿·列昂诺夫穿着宇宙服第一个出舱来到开放空间时，用绳子和飞船连接在一起，空间自由漂浮结束时，借助这根绳子才能回到飞船，

否则他可能成为宇宙的俘虏而回不了飞船。现今先进的太空服带有背式发动机，航天员出舱活动可以不用绳子和飞船连接了，漂浮远了，可启动背包式发动机飞船舱。

在列昂诺夫之后，就不断有航天员离开飞船的开放空间停留并工作。截至1987年10月1日，共有59个航天员外出到开放空间活动。后来又有更多的人到开放空间执行任务。现在可以说，航天员离开飞船到开放空间活动已是极平常的事了。

航天员需要到开放空间去，就像海员必须学会游泳一样。开始，人离开飞船到开放空间是想弄清楚，是否可能在舱外作业。人进入开放空间的计划也是小心翼翼的，在舱外停留时间也是缓慢增加的。从1965年列昂诺夫第一次来到开放空间起，直到1968年，前苏联航天员进入开放空间的总计时间不超过8小时，然后在开放空间逗留时间迅速增加。由于在开放空间逗留时间增长以及在工作上积累了经验，航天员在开放空间可以检查飞船、更换有毛病的设备以及试验各种系统。1980年开始，航天员已开始在开放空间进行复杂的装配工作了。例如航天员列沃尼特·砍什和弗拉基米尔·

索洛伏夫曾在开放空间修复礼炮 7 号航天站的推进系统并安装附加的太阳能电池帆板。现在，这类帆板的安装已经变成规范化的操作过程了。类似的工作，其他航天员在和平号航天站也进行过。

1984 年到 1986 年两次航天飞行期间，前述两位航天员进入外层空间的时间也增长了 8 倍，在航天站外工作共达 32 小时。1984 年 7 月之前，开放空间的工作只有男人承担；在这之后情况改变了，妇女也大胆进入开放空间。斯维特拉诺·萨维茨可娃是第一个进入开放空间的女性航天员。当时她和另一名航天员在舱外试验一种新的切割、锡焊、熔焊金属板以及镀膜的多用途工具，共工作 3 小时 35 分钟。

航天员在开放空间所取得的成就，和太空宇宙服生命保障系统抗强辐射、适应剧烈温度变化、供氧工作、收集二氧化碳、排除过剩热量等方面所取得的进步分不开。

人在开放空间活动对未来航天事业有着重要的意义，它为在宇宙空间装配所有各类轨道结构物奠定了基础，为空间工厂和开拓人类太空居住地铺平了道路。

航天员的医病方法

人不能排除在航天站生病。在航天飞行期间，所有航天员的免疫力都会变弱，长期轨道飞行时尤其如此。在地球上，免疫力由反体系统来保证，它保护我们抵抗微生物。在失重状态下，人体所有过程包括反体物质的产生比正常情况时为低。

载人航天活动的初期，人员比较少。航天员都经过严格挑选，一般都不会有常见的慢性病。在航天前还采取一些防病措施以保证航天过程不生大病。例如，对航天乘员座舱在飞行前进行清洁消毒，入舱用品要保证无毒无污染；航天食品、饮用水都是经过严格消毒的，并且要经过生物学鉴定；发射前要求航天员尽量减少与无关人员的接触等。虽然如此，在航天站上还是常备一个医学箱，内装各种实用药物，诸如头痛、伤风和安眠等药物以及用于处理受伤、烧伤和出血的药物，每个药箱都写有使用说明的目录，一看就明白。

然而，不管措施何等周到，在航天进程中航天员免不了要偶尔生病。例如美国阿波罗 7 号至 11 号宇宙飞船的乘员中，就发生过鼻炎、胃

炎、肠炎、恶心、牙痛等疾痛，只是由于病情较轻、飞行时间短，没有影响航天任务的完成。又如1985年11月前苏联礼炮7号—联盟T14—宇宙1686航天站复合体指令长弗拉基米尔·瓦休金突然生病，航天站常备药箱中的药不能改善其病情。地面测控中心不得不作出决定中止他的飞行，让他返回地球住院治病。

为了保证航天飞行中航天员的身体健康，地面测控中心的医生们时刻都密切注视着他们的身体状况，每天要向他们提出许多询问，并定期用遥控医疗设备给航天员作健康检查。1987年7月和平号航天站乘员拉维金，这个平时身体很棒的小伙子，在长期地面训练中从未发现有什么心脏方面的疾病，现在经过近半年的太空飞行，通过遥诊突然发现他心跳异常。什么原因？一时难以作出解释。为了保险起见，地面测控中心的领导和医生们联合作出决定：拉维金立即返回地球，由另一名航天员亚历山大德罗夫接替他的工作。

航天站向着空间容积增大和永久性方向发展，配备的实验仪器多，随之来站工作的航天员也会增多，停留太空时间也会大大延长。空间飞行环境特殊，除了微重力会引起人体生理

功能出现一系列变化，如前庭功能紊乱、血液重新分布、心血管功能降低、胃矿盐丧失等外，发病的机会必然会更多。而且，有些在地球上很容易处理的疾病在太空中却变得很复杂。因此，航天站和星际飞船应有医生及必要的医疗设备，他们会保证其他乘员的身体健康。如果必要的话，他们还将提供医学帮助，包括外科处理。

航天员的业余时间

即使是长时间轨道飞行，航天员也没有很多空闲时间。通常，大部分时间用来观察地球及其大气。航天员们说，从太空看地球，地球是非常漂亮并变幻无穷，观看地球非常像看电视节目，看生动的图画或在戏院看戏，感到是一种“艺术”享受。他们处在离地球300到500公里的空间，可以看到地球的弧形边缘。由于常常看，他们对五大洲大陆的颜色也熟悉了，例如，非洲是黄色，那里有着大片沙漠；美洲则是绿色。美国的深谷、中国的长城、大河也收入他们的眼底。

航天员在业余时间特别爱欣赏日出、日落的壮观和瑰丽影象，玫瑰色、浅蓝色、蓝色交织

在一起，活像一幅精美油画，且天天有变化，不会重复。夜间，万里无云，航天站从欧洲上空经过，黑色巨毯的背景上撒满大大小小的“夜明珠”，这是城市的灯光，好看极了。

业余时间，航天员还看录像、听音乐和下棋以及进行体育锻炼；地面也定期将新闻广播、消息传送给航天员；货运飞船还送邮件、新闻报纸、杂志给航天员读。当然，和地面相比，空间娱乐是有限的，然而是合适的，因为可以帮助避免紧张情绪，对航天员产生有益的心理影响，从而使他们能保持良好的精神状态。

航天员远离故乡和亲人，长期生活在环境特殊的密闭舱室里，活动范围很小；难免会产生某种孤独和寂寞，严重时可能产生心理障碍，影响航天员的健康并影响空间任务的完成。为预防这点，地面测控中心设有专门的心理支援小组。每天晚上，该小组要和航天员通话一次，报告航天员的家人情况以及同事中的新鲜事儿。地面有时还安排航天员和知名演员、喜爱的作家和诗人进行天空和地球之间的双向电视座谈。每个星期日则安排他们和家人进行电视约会，可以交谈一切他们想谈的事情，包括孩子学习情况以及家庭琐事，大大缓

解航天员的思亲之苦。这种可谈、可望而不可及的约会倒真还有一种特别的情趣呢！

航天员睡不着时还可随时和地面测控中心的工作人员交谈，缓解睡不着觉时的烦躁。

航天员的心理问题

对于长时间的轨道飞行，航天乘员之间的心理相容性是必须考虑的最重要因素，因为在航天过程中，他们执行任务的能力，取决于这种心理适应过程。但是在执行短期航天任务时，这点并不如此重要。

因为空间任务并不是经常的，专家们相信相互不喜欢的人构成一个航天乘员组对短期航天应是允许的，甚至是有益的。这里最重要的是他们能完成工作计划。但是对于一次长时间航天任务，这样选择航天员是不能允许的。一个由 2 人或 3 人组成的航天乘员组，在和外部世界隔离的情况下得生活和工作在一起。航天员也是普通人，他们各有其个人的倾向和弱点，各有其思想和信念的背景。他们并没有像老师或心理学家那样受过专门训练，因此他们的相互关系，无论在地球或空间是由不能预见的因素决定的。例如 1968 年，美国阿波罗 7 号

宇宙飞船的航天任务快近尾声时，航天员们产生了一种神经衰弱综合症。他们不仅相互之间开始争吵，而且还和地面测控站的操作员争论。对各项指令满不在乎的所有航天员，解下他们记录心理数据的传感器，拒绝和地面测控中心讨论事情。

太空可以使航天员变成一个完全不同的人。在太空的头几天可能感觉不到什么变化。但是过了一段时间就可能开始感到神经质。本来在地面相互之间相当友好的航天乘员，对于同一个进程会有不同想法。有的航天员在地球时是以有自控力著称的，谦逊和平静，在太空会失去自控力并高度紧张。当然航天员本身也自觉和这种神经质作斗，缓解他们的分歧并在行动和行为上忘记分歧进行和解，而且，往往在很多方面取得成功。

心理相容性是由很多因素决定的，诸如性格、对世界的认识、文化内涵以及年龄。考虑所有这些因素，专家们提出了选择航天乘员组的建议及相应的专门测试。由于在如何组成航天乘员组方面的科学努力，航天乘员的相容性得到了较好解决，出现了很好相容的实例。例如，前苏联在 1984 年和 1986 年的两次长时间的

飞行中，列 · 砍什和弗 · 索洛伏夫在礼炮7号以及和平号航天站共同度过362天。虽然他们在空间一年，并没有影响到他们之间的关系。

尽管在选择和构成航天乘员组方面作出了专门努力，也并非所有航天飞行都那么好。地面心理相容试验并不能总是保证在太空航天乘员之间的良好关系。

有时你可以非常喜欢一个人，然而长时间单独和他在一起，总会产生一些摩擦，问题是不要让这种摩擦发展成为严重的冲突，并破坏计划项目的完成。

太空任务

航天飞行时间本身并没有一个终点；人们也不是为了创造太空逗留时间的记录而增加航天持续时间。一个空间航天站是一个多功能实验室，在那里可以进行广泛的研究、实验和进行长周期的例行观察。经济因素起很重要的作用。航天飞行时间越长，研究成本也就越低，因为可以用较少的航天发射。反之，经常调换航天站乘员，功效就低。此外，没有持续几个月的空间任务，整个航天事业的进步也是不可想象的。

载人航天初期，并没有长时间轨道飞行。航天任务的持续时间是逐步增加的，人类表现出小心翼翼的谨慎态度。当然这里谈的是前苏联的情况，因为只有它有 20 多年来连续不断地进行长时间载人航天活动。第一次长时间任务持续 18 天，然后是 23 天，其后持续时间增加到 63 天、96 天、140 天、175 天、185 天、211 天、237 天、326 天和一年。执行长期航天任务的航天员们知道，他们之前的一次航天时间比本次短。返回地球后，每个航天员都要接受医学测试，测试结果为大家知晓，目的是为其他航天员对人体的巨大潜力产生信心。实际上每次航天时间的增长，也意味着人体在空间的一次适应试验。

展望未来，人们清楚意识到人类期望的星际旅行为期不远了。从技术角度看，没有什么问题是不可解决的；然而，关于人体的能力，主要是适应太空的能力还有很多未知数。例如，火星离地球平均约 9 千万公里，在顺利条件下，人到火星去旅行并返回需要两年时间。那末，人能不能在没有重力的情况下生活这样长的时间？因为现在空间飞行生理学和心理学的研究已经指出，在载人空间飞行中，对航天员

构成严重威胁的，与其说是宇宙辐射，不如说是失重，对于未来的长时间载人空间飞行，必须预先研究遗传的演变。在长期失重下飞行，人的机体组织会不会经历不可逆的变化而使他不可能再生活在地球上？为克服这种后果，是否应该用专门产生人工重力的装置，或能对抗宇宙飞行中的失重效应和其他不利因素的装置来装备宇宙飞船？人们认识到，今日逐步增加长期航天的时间，也是为未来的星际旅行铺平道路。

长时间航天会逐步积累经验，能让医学专家们去解决在地球上难以对付的问题，诸如处于长期失重后骨组织中钙的减少，心血管系统状态及其内部变化和血液成分的变化，等等。

太空飞行，特别是第一次太空飞行的人，其准备周期是很长的，通常要数年。这是因为航天员必须吸收大量信息，必须获得操作宇宙飞船和进行成打实验的技能。这是一种只有用长期飞行采集并传送到地球的大量信息形式作补偿的投资。为获得这种可靠信息，最好用同一些人重复试验、检验统计结果。这样做是必须的。需要技术周期长的实验不能在短期航天中进行。例如，在航天站进行生物实验，从种子

培育成植物进而开花结果，需要若干时间。

一个人发现自己处在不熟悉的环境下，在他能有效工作之前需要时间来适应它。在失重的头几天，许多航天员得“运动病”(motion sickniss)且极易疲劳。在长期航天中这点不重要，因为经一周到十天时间航天员会恢复他的正常工作能力。但是，他需要时间去学习太空工作，去进行复杂的实验和观察地球、海洋和其他研究项目。例如，为学习分辨地球表面的研究项目诸如断面、环形结构、污染面积、浮游生物范围、冰块漂移或评价田野和森林状况以及大气特征和大气现象，需要航天员花一到两个月的时间。况且，在长期航天中研究结果也更有效，因为航天员会不断改善他的技能并成为真正的研究人员。他总会寻找机会去重复一个实验。他能分析所获得的结果，修正和改进他的研究方法并认真调整仪器。此外，航天乘员组能展开集体工作，在短期的航天任务中航天员没有时间去做这些。最后，长时间的定期航天获得的经验，对在航天站上进行不间断研究或工业生产是极为重要的。

人体失重状态

前苏联的长时间空间飞行已经显示，人在失重状态下停留的时间还未达到临界极限。在这些飞行中航天员的身体状况很好，感觉也良好。航天员们重新适应地球的状况也令人满意。

回顾 1977 年，当时前苏联专家说，航天员持续半年的航天飞行很快会变成现实，那时世界上很多科学家还半信半疑。1984 年前苏联专家又预言，人在太空的航天飞行将会持续一年甚至一年半，这时并没有使任何人惊异或不相信。1987 年到 1988 年期间，前苏联航天员季托夫和马纳罗夫已经实现了在太空一次连续漫游达 365 天 22 小时 39 分钟的一年记录，使人相信人在太空逗留时间还可能更长。现在已经有十多名航天员在空间留驻 200 天以上。尤利·诺曼尼科的三次航天飞行共持续 430 天。列·砍什，弗·索洛伏夫和万·罗敏等几位航天员各自在太空生活总计有一年。美国也有 3 名航天员曾在他们的天空实验室逗留过 84 天。

1978 年，弗·柯万尔诺克和阿·伊万钦可

就曾首先越过一个非常重要的极限。他们经历了一次血液中的红血球的完全改变。红血球平均寿命为120天。他们在航天站4个月后红血球已全部再生。倘若失重在形成和生长红血球时产生完全相反的效应，那么两个航天员会变成真正的宇宙生物了。返回地球后彻底的医学检查表明，他们的血液成分没有发生不可逆变化。

自1961年以来，飞向太空的人越来越多，太空停留时间也越来越长，航天载人发射次数更趋频繁。虽然如此，失重仍然是一个巨大的谜，是长期航天的主要威胁，目前仍有许多问题需要解答。为解决这些问题，还需要作出重大的努力和收集有价值的统计材料。例如，目前仍不清楚骨骼中钙盐的失去过程在长期飞行中会不会停止。1979年在175天的航天飞行期间，航天员弗·利亚可夫和万·罗敏失去钙盐的8%。科学家相信，如果这种失落超过20%，可能会危及航天员的生命。

研究者们猜想，失重影响人体组织的细胞存在过程。医生和生物学家目前还不能回答关于人在失重状态停留时间的极限问题。

谈及这一点，前苏联航天医学专家、医学博

士格·泊夫沃诺夫说道："关于最长太空飞行持续时间以及在航天站工作最佳持续时间的问题，仍然是应广泛公开讨论的问题，我是乐观的，就目前遗传密码来说，显示出失重并未造成任何飞行持续时间的限制。无论如何，很多数据表明，细胞和它的生长与重力无关。"

发射生物卫星

在频繁的载人航天活动的同时，科学家一再发射搭载动物的空间飞行器进行试验。在谈到这个问题时，前苏联航天医学权威专家之一奥列格·盖柯曾说："在生物学、生理学存在着的大量问题，用动物做试验可以避开人固有的主观感觉。通过生物卫星获得的发现能有效地帮助解决太空生物学和医学方面面临的许多问题。"

虽然载人航天已经提供了大量信息，科学家还是搞不清楚在太空头几个小时和头几天里，生命组织发生的所有变化。

从 1973 年到 1978 年前苏联把 8 个载有动物的生物卫星送入地球轨道，其试验成果帮助确立了为保护航天员抵抗失重的反效应方法。人造重力实验是在生物卫星上进行的第一

批实验。卫星装备小型离心机，为白鼠、龟和鱼创造实验室人造重力。离心力产生的效应和地球重力相似。动物很好地承受了这种条件。1983 年末，在生物卫星宇宙 1514 上的实验产生了有趣的结果。它搭载了怀孕长尾巴鼠，它们的胎儿部分时间是在失重条件下成长的。卫星回收后，返回地球的长尾巴鼠生下了健康的小鼠，后来它们又顺次产生了另一代。

为了探索和试验动物在失重适应期间，前庭和血流动力学对失重的响应，宇宙 1514，1985 年发射的宇宙 1667 和 1987 年发射的宇宙 1887 搭载猕猴进行了实验。

猴子阿白来卡和彼洪的第一次飞行已经证明，某些通常想法是错误的。例如，航天员是从具有稳定前庭的人员中选择的。尽管如此，他们中某些人比其他人容易承受失重，有些则不然。这在灵长类动物中也证明是真的。阿白来卡第三天就对失重适应了，并开始执行分派给他的任务；但是，彼洪直到它的飞行结束，感觉还不太好。这意味着有机组织对失重的适应不单与前庭器官有关。其他还有什么重要因素？将来的研究会帮助解决。

在宇宙 1667 飞行期间，科学家记录并评

估了前庭器官功能的定量变化。他们获得流入大脑和流出大脑的血流关系的直接信息。类似的研究在宇宙 1887 生物卫星上也进行过。它搭载猴子焦曼和娅沙，不过这时的研究计划更广泛。除猴子外，生物卫星还搭载果蝇、鱼、两栖动物、水藻、细菌、单细胞组织、高等植物、蚯蚓以及飞虫（直翅目类昆虫）的卵。

通过生物卫星进行的另一研究项目是人体辐射安全研究。科学家们正在研究宇宙射线的特征，宇宙射线对物体单细胞结构的效应。这将帮助改进航天站及飞船上的辐射监督方法并研究辐射防护系统。

通过生物卫星获得的主要发现成果使人能排除空间因素对其组织的令人讨厌的效应，这些因素仍然是广泛向宇宙空间渗透的障碍。

航天员飞行中的印象

广阔无垠的宇宙，自古至今都充满着神秘的色彩。飞向太空领略一下空间的奥秘，肯定是每一个人所向往的。那么，还是先了解一下航天员在太空的直觉吧！

凡是到太空去过的航天员都说，即使是一个简短的轨道飞行，也会令他们终身难忘。人

在太空看到的现象在地球上是无法想象的。例如，在太空日与夜快速交替。航天员环绕地球只一小时半，这意味着航天员每天可以16次看到太阳升起。这里是航天员维·西万斯特亚诺夫的描述：

“当飞船在地球背影部分并逐渐迫近到白昼与黑夜之间的分界线时，使可看到黎明时的彩色。首先看到深红新月状。然后它上面的空间快速变亮，深红色扩大并成为桔红色和黄色。空间破晓时的主彩色光谱开始形成。出现了白昼和黑蓝色，然后是紫色、深紫色及其以后的近似黑色的黑影部分。这时能看到天空的星星。”

尤利·格拉次可夫说：“地球的彩色光谱，北极地区的冰和赤道上的夏季是不相同的。你可观察到密林光亮的绿色，地球颠峰的白雪和蓝色的海洋，整个彩色使你眩目。看到的一切是一幅令人陶醉的不能不赞赏的地球奇异的自然图景。”

斯·萨维茨卡娅指出：“地球，不仅亮的一边，背影的一边也极其漂亮动人。当飞船处在地球背影部分，我们在飞船舱外的开放空间度过了一些时候。有两件事给我留下了不可磨灭

的印象：多云的地雷暴轰鸣；在黑暗背景衬托下电光闪烁和彩色狂舞，确是像梦幻般的仙境。各种灿烂的效应展现地球自然界充满了魔幻。”

“不管人们可能说些什么，”阿·菲利辛可说道，“空间最令人惊奇的还是失重。虽然在实验室专门经过训练和飞行，失重还是首先把你制服了。你会感到某种力量将你倒了过来，你被倒悬在空中，同时每一样东西从你身边飞过。”描述自己的感受时，弗·库巴索夫指出：“你经受的完全没有身体的感觉，恰似在梦中，所有你必须做的事情是伸开你的双臂去飞翔。但是你得当心，别撞着飞船的墙。如果你不小心擦着边缘，产生痛觉，那时就使你记起物质的存在了。”

回忆起自己的感受时，阿·拉维金说：“回想起空间飞行，不得不指出最美丽和印象最深的一事，即太空行走，当阳光射进充满空气的太空航时，它涌向每一样东西，我们的灯光似乎变暗。这是一个可爱的时刻。我们注视着美丽的地球，真无法想象在太空能感觉环绕地球自由飞行的可怕速度，它确实难以置信！”

着陆地球同样是无与伦比、激动人心的奇

观。初始，人们经受的东西连科学幻想作家都未想到过，神话故事里也未听到过。航天员坐在返回舱内以极高的速度冲入大气层，冲向地球，剧烈的摩擦点燃了飞船的外壳保护层表面，产生了几千度高温，构成一个燃烧着的等离子流星，他们就从这个火星内部向外观察，就像坐在巨大的火球中心而安然无恙。尤里·加加林第一个透过飞船小孔观察火焰流涌和听到飞船保护层燃烧时的爆裂声。他说，未保护的天线着火，就像一根火柴燃烧，当仪器舱从返回舱分离出来时，发生同样景观。

叶·克鲁诺夫对飞船着陆是这样描述的："当着陆速度迅速增加时，我们的身体似乎被压进了座位；燃烧的火焰狂怒着、包围了整个着陆舱，并模糊了观察孔的视线。当速度和高度减小时，返回舱颠簸得像马车行驶在鹅卵石的道路上，这意味着速度已降到声速了。在大约离地 10 公里高度，我们感受到被强烈地用力一推，接着又是一次，力度较前次小些。这表示打开了第一个减速降落伞，然后是主降落伞打开。最后是一个冲撞使我们知道，我们已经回到了地球。"

由于每个航天员的个人倾向和性格，各人

的回忆因人而异。把他们的上述感觉和印象相对照，便会获得一个太空飞行奇观的印象。太空飞行是何等美妙、神奇而充满神秘。

在太空看地球景物

从 350 公里的高空用肉眼观察地球，有时有可能区分出奇特的细节。例如，可见到城市街道，甚至看得见自己熟悉的房子。航天员飞越非洲上空时清楚看到村中小房的屋顶。许多航天员说，他们看到从大洋下面冒出来的山脉。从理论上说这是不可能的，因为太阳光渗透到水下深度不到一公里。然而，奇怪的是水下山脉竟在航天员讲的地方被发现了。古时候，人们认为只有天上的神仙能眼见千里，现在常人到了太空，他的眼睛竟也神奇起来！

又如夜间晴空，观察城市就更容易更清楚了。航天员在飞船经过莫斯科上空时，从天上往下俯视：它美极了，成片的住宅灯光放射出银色光辉，在银色的背景上串串路灯形成的黄色线条四通八达。可以分辨出列宁大街、花园环街……等街道。路灯组成的黄色线条还向外辐射，伸向远方，这是通向其他大城市的公路。有一次航天员拉维金用望远镜对着夜间莫斯

科搜索，找到了自己家所住的那栋大楼。外层空间肉眼观察地球不仅显著扩大了由普通摄影、电影和电视摄影机所采集的信息，而且在某些情况更有效。因此，目视观察估计农作物状况是很有用的，可以用小的误差预测出作物产量。

万·列勃得夫曾在空间飞行 211 天，其间他应科学家的要求，对农业区状况进行估价；在春天和夏天对克拉斯诺达尔地区的土壤腐蚀区定位；和其他航天员一道鉴定了通过彩色标度确定谷类作物生长阶段的可能性，并使用同样的技术诊断谷物的病虫害。

根据统计学，火灾使 2% 的森林受损，因此森林科学家对从空间观察森林火灾的报告特别感兴趣。来自航天站的报告能使他们确定火灾面积、火灾蔓延的方向和灾害程度、灭火的最好形式。

科学家从大量的事实中确认，空间确实改善了人的感觉和视觉，但是还不能解释其中道理。

有人提出了一个假设，原始人能区分的颜色范围是很小的。例如，他们不能区分天空蓝和海洋蓝以及绿色，只是通过不断的实践和比

较，人们才学会区分这些颜色。或许，人从外空间对地球的观察是人进一步区别颜色和对自然界具有更细微感觉的另一个台阶。这仍是一个悬而未决的问题。科学家还不能令人信服地解释，为什么人的眼睛和视线在太空变得那么敏锐。但是，从航天站目视观察获得的结果，已经把这个问题放到科学家面前并引起他们严肃的思考。

人类飞向太空的危险

在太空，用"我的家是一个城堡"这样一句话来表达可能再确切不过了。航天站被隔热层包住。专门的系统使其内部维持一个舒适的温度和正常成份的空气。航天站还有抗辐射的保护能力，当太阳活动令人讨厌地增加时，航天员可使用一种能帮助人体增加抵抗宇宙辐射效应的药物。当然只有当其他保护办法用尽时才采取这种措施。但是据说，载人航天以来还未出现过这种需要，因为平均辐射实际上未接近过最大允许值。

航天飞行的另一个重要问题是要避免受流星之害。如果尺寸为火柴盒大小的一个流星以每秒 70 公里的速度撞击航天站，将会招致不

可避免的灾难、然而、这种碰撞概率是很小的，可以忽略；大约在 50 年到 100 年的时间之内可能出现一次这种情况。不过经常会有不服从这种规律的意外。例如，前苏联向火星发射的火星 1 号探测器，在它离地球 2000 万里以外的空间飞行时进入了陨石流；而美国水手 4 号探测器更不走运了，它遇到两次陨石流。第一次冲击是在 1967 年 9 月，在 7 分钟之内受到 17 次撞击；三个月后它遇到严峻的考验。当时它遇到一个大的陨石流并在其中飞行了若干天。由于陨石撞击，最后水手 4 号爆炸成数百块碎片散布在空间。水手 4 号的高度控制系统被破坏，和地面的通讯也随之中断。

为了防止流星的侵害，保护航天员和航天站的安全，在设计航天站时采用多层屏蔽防护。如果有流星撞击它的最外层时，流星会立即获得极大的热量并瓦解为较小的碎片。第二层则保护航天站在较小质量的速度粒子撞击时免受损害。

载人航天发射是最紧张的时刻，确保航天员的安全是面临的又一重要课题。通常的解决办法：如果发射失败，马上有精确的营救过程跟上。那时载人飞船会立即分离，飞到安全距

离后跳伞着陆。

飞船返回地面着陆是相当重要的一个环节。如果自动着陆系统失效，怎么办？不过也不用慌。航天员可以用手控定向系统并启动回复火箭发动机。降落伞系统和着陆发动机能使航天员再入大气层的舱进行软着陆。即使这些发动机也失效，降落速度在最不利的降落气流条件下不会超过每秒 6 米。当然，如果出现这种情况，返回舱撞地是强烈的；但是可以放心，不会有危险，因为航天员坐在吸收冲击力的紧凑支座上。返回舱设计适用着落和溅落两种情况，溅落是指落入海洋。

尽管设计师们采取了种种周到措施，航天飞船和其他设备一样仍有可能出故障，造成不安全。由于系统变得越来越复杂，这是必然结果，不能完全排除不安全的可能性，这是现代经验所证明了的。例如，在挑战者号航天飞机灾难性事故后，又有大力神、德尔泰火箭爆炸，1986 年 5 月欧空局阿利亚娜火箭失败，同年 8 月美国阿利士火箭发射时流产，1987 年 4 月前苏联的量子号天体物理实验室接近和平号航天站时对接不上等等。但是，从失败中可以吸取教训。现代航天飞行器的设计师们，总是

不遗余力地坚持以简单可能的解决办法，去保证各阶段航天飞行的安全为最大设计准则。

宇宙空间的污染

斯德哥尔摩国际和平研究所 1987 年的年鉴说，在宇宙空间的人造碎片总数不断增加，意味着空间碰撞危险的可能性也相应增长，呼吁认真考虑防止太空进一步污染。

的确，在地球的近地轨道上，人造物体的数目每年在增加着。它们之中有脱落的运载火箭级和抛弃的燃料箱、转移舱、舱盖以及其他飞船零件。在再进入稠密大气层并烧毁之前，它们在轨道上会持续很长时间。据估计，每天有 5 至 20 个人造物体脱轨。这种空间废弃物也不是完全无害的。

1983 年挑战者号航天飞机带着龟裂接受舱返回地球时，查明这裂纹是它和人造碎片碰撞的结果。

1991 年 9 月 15 日发射的发现号美国航天飞机，在太空飞行中又险遭不测，差一点与前苏联在相近轨道运行的火箭碎块相撞。当时双方相距约 2.74 公里。空间安全规定，禁止宇宙飞船同其他轨道上任何碎片的距离小于 5 至 8

公里。这些火箭碎块是前苏联 1977 年 9 月发射的宇宙 955 号飞船所用火箭的上端部分，有微型汽车那么大，在空间以每小时约 25125 公里的速度运行。当时发现号航天飞机位于约 566 公里的高空，速度为 28163 公里。一旦相撞，其损失不小于 1986 年挑战者号航天飞机的爆炸，为了防止悲剧的发生，发现号不得不把高度降低 16 公里。这一事故得以避免应归功于美国的北美防空体系，它在发射当天提前 5 小时向发现号航天飞机发出警报，发射推迟几分种。如果没有预警，很可能发生机毁人亡的惨祸。

网球大小或更大的物体是特别有害的。专家们估计，目前大约有 40000 个左右这种物体在近地轨道上。部分废弃物是空间飞船破裂的产物或是它们受外力损坏的结果。1961 年美国空军导弹爆炸后，仍然大约有 200 个碎片在近地轨道空间。反导导弹和其他武器试验可能将数百个，或许数千个碎片送入近地轨道。

高轨道空间也是 100 多枚使用过的火箭的寄身之处。有的火箭也许还有残余燃料，这些燃料会蒸发和爆炸。而任何爆炸和碰撞将造成更多的碎片。甚至小小的涂料粒，其速度比子

弹快许多。如果它撞上高轨道通信卫星，完全可以使卫星穿孔而受到损害。

假如说，飞船和陨石相撞的概率比较低，可以忽略；那么对比之下，飞船和人造碎片相撞的概率要高 2 至 5 倍。目前近地轨道的人造碎片还没有构成对载人航天的严重威胁；可航天站与人造碎片的碰撞概率是存在的，对载人航天的危险也是存在的。高轨道碎片对通信卫星的碰撞机会，相对地说少一些，因为那里的人造碎片较少。

随着航天科技的快速发展，人类外空活动急剧增加。在不远的未来，在空间将会出现各类生产空间特殊产品的工厂、天文台、太阳能电站和太空居民站。伴随而来的是在宇宙空间必然会有更多的废弃物出现。而人造碎片无节制的增长，碰撞空间人造结构物的概率也会增加，对人类空间的活动迟早会构成不能忽视的威胁。为了人类在外空活动中的安全，空间人造碎片的增长已经引起科学家们的关注和忧虑。

欧洲航天飞行中心的空间废弃物专家沃尔特·弗卢里说，他相信，若干年内将达成一项国际协议，把所有过期失效的卫星都转移到被

称之为“坟场”的轨道上。当前，这项转移工作已由空间国家和国际通信卫星组织自愿进行。例如，300 千克重的气象卫星 2 号，已在它 10 岁高龄时退役，由更现代化的气象卫星接替它在轨道上的工作。1991 年 12 月，欧洲航天飞行中心的操作人员通过遥控发出指令点燃了卫星上的小火箭，把它转移到了“坟场”轨道上。

过期失效卫星一旦转移到“坟场”轨道后，就不存在撞击电视和通信卫星而中断电视节目的危险了。

人类飞向太空的挫折

遗憾得很，人类航天虽然是无限美好的，但也伴随着风险。在短短 30 年载人航天活动过程中，曾出现过不少次危机，也发生过悲剧和灾难。对未来的探索总是伴随着危险的。甚至可以说，这种危险是不可避免的。对航天事业来说尤其是如此：现代载人航天飞船和航天站是高技术系统，极其复杂，由成百个单元和装置构成，功能上要一个问题不出是不可能的。例如，1970 年 4 月 11 日，美国航天员洛弗尔等三人乘阿波罗 13 号飞船升空，开始了人类

第三次登月考察的旅程。经过两天行程将抵达月球轨道时，突然间，服务舱的液氧气箱爆炸，飞船失去了稳定。登月途中遇险，情况万分危急！幸运的是航天员训练有素，临危不惧，不慌不乱，沉着冷静，在地面测控中心的帮助和指挥下靠着他们的知识、经验和勇敢，在狭小的登月舱使用有限的动力、水和氧气，操纵着登月舱绕过月球，中断登月飞行并安全返回了地球。又如 1979 年前苏联航天员尼古来·罗卡维什尼科夫和保加利亚航天员乔·拉维诺夫发现他们处于极端危险之中。当联盟 33 号飞船接近航天站时，其主发动机发生故障。如果备用发动机也失效，那么他们可能成为宇宙的俘虏了。因为不能机动，他们的飞船靠自然减速要经 100 天后才能返回地球，而联盟 33 号的飞船只有 5 天或 6 天的食物以及 3 到 4 天的氧气供应。幸运的是备用发动机工作正常，他们才得以及时返回地球。

再如，有一次前苏联航天员弗拉基米尔·铁托夫和拉弟·斯塔卡罗夫也面临一次极端危险局面。他们的航天飞船定在晚上发射，每一件事似乎都按计划进行。突然之间，宇宙飞船及其运载火箭被包围在火焰之中，眼看顷刻

之间粉身碎骨的可怕悲剧就会发生。幸好在可能的悲剧发生之前，一个专门的固体燃料发动机——紧急营救系统——点火，将返回舱从发射火箭中分离出来并把它喷射到约500米到700米的高度，然后通过降落伞着陆在离发射阵地一些距离的安全地方。

无论是在美国，或是在前苏联，在30年的载人航天活动中都发生过很多次危险。其中有不少情况是幸运的，如上述例子转危为安，摆脱了险境；但也有些情况不那么走运，变成航天发展史上的悲剧。人类飞向太空不能不付出沉重的代价。

1967年1月27日，美国肯尼迪空间飞行中的一艘阿波罗飞向正在进行载人航天飞行的地面试验，充满纯氧的飞船座舱里突然起火，阿波罗登月探险计划未出师先失利，第一批三名航天员被火活活烧死。

1967年4月23日，前苏联航天员科马罗夫乘联盟1号飞船在轨道上飞行26小时后返回地球途中，由于降落伞故障飞船坠毁，科马罗夫遇难并成为航天飞行中首先死亡者。

1971年6月30日，联盟11号飞船和礼1号航天站对接成功，飞行24天后在归途中由

于座舱空气泄漏，帕查耶夫等3名航天员窒息死亡。

1986年1月28日，在美国佛罗里达州纳维拉尔角肯尼迪航天中心39B发射台上，挑战者号航天飞机载着7名航天员升空，进行它的第11次航天飞行任务。飞行60秒，高度10公里，为突破音障航天飞机加速到全速。这时固体助推器突然冒出火焰，飞行第73秒时外挂燃料箱爆炸。碧空传来一声巨响，航天飞机与地面的无线电联系骤然中断，挑战者号航天飞机在数秒钟内化成一团火球。从火球和浓烟中散射出的无数碎片像流星雨一样散落在大西洋的洋面上。发射场上数千名观众和地面操作人员以及在荧光屏前观看发射实况转播的观众，都被这一突发事件惊呆了。没有一个人愿意相信眼前发生的这一可怕情况是真的；在人类飞向太空的征途中，发生了最大的一次航天悲剧。

开拓太空

天空实验室

将神话变成现实，是人类的执著追求，飞行理想的实现，是人类通过千百万年的不断探索和实践获得的。征服宇宙空间的火，应该说是我们伟大的中华民族点燃的。

"地球是人类的摇篮，但人类不能永远地呆在摇蓝里。"这是前苏联星际航行理论的伟大奠基人——齐奥尔科夫斯基具有远见卓识的著名预言。人类是万物之灵，经过了千百万年的锻炼，已经在摇篮里成熟，今天是走出摇篮的时候了。1961年4月12日，前苏联首次发射了东方1号载人飞船，飞船进入宇宙空间，在

远离地球上空 200～300 千米的地球轨道上，绕地球飞行了近 2 小时。驾驶飞船的加加林航天员，成为征服宇宙空间的开创者。此后于 1960 年 7 月，美国人阿姆斯特朗及其同伴，驾驶着阿波罗号飞船成功地向月球飞去，并将登月舱降落在月球上，人类第一次踏上了月球。这样，人类的活动领域就由陆地、海洋扩大到宇宙空间。迄今，人类已有 200 多人进入太空中工作和生活过，今后人数必将愈来愈多。人类在宇宙空间生活和工作的时间，也由最初的几个小时到长达一年（365 天）之久。人在宇宙空间的生活是十分有趣的，而人在太空的工作成果——工业产品的开发制造、科学实验等更具有划时代的意义。

美国和前苏联的空间站

人类并不满足在天空作匆匆的游客，他们需要在太空中开辟更大的生活和工作的场所。传统的载人飞船空间狭窄，只能挤进 3 个人，没有多大活动余地，而且生活物资无法带多，不能满足长期生活的需要。于是人们设想建造一种更大的宇宙飞船，装上更多的生活用品和工作设备，在轨道上长期运行，人们可以在里

面进行科学实验、进行养殖种植、进行工业生产，于是一种大型空间站应运而生。

“礼炮”号空间站是前苏联的第一个载人空间站系列。前苏联从1971年4月19日至1983年底，共发射了7个“礼炮”号空间站。它由对接舱、轨道舱和服务舱三个部分组成，总长约14米，约18吨重。对接舱有一个供“联盟”号飞船对接的舱口，宇航员由此舱口进入空间站。轨道舱由直径各为3米和4米的两个圆筒组成，它是宇航员工作、吃饭、休息和睡觉的地方，舱内气候保持与地面相同。服务舱内装机动变轨发动机和推进剂。“礼炮”号空间站一般在离地面200～250公里高的轨道上运行。前苏联宇航员在“礼炮”号空间站中生活时间最长的，达到236天22小时50分钟，约等于237天。

“礼炮”号空间站的主要任务，是完成天体物理学、航天医学、生物学等方面的研究项目，考察地球自然资源和进行长期失重条件下的技术试验。

“礼炮”1号空间站1971年4月19日发射升空。入轨后，相继的“联盟”10号和11号两艘飞船上天与它对接飞行，每艘飞船各载3名

宇航员,共在站上停留 26 天,开展了科学考察活动。“礼炮”1 号仅在太空中运行了 6 个月,10 月 11 日在太平洋上空坠落。

“礼炮”2 号空间站 1973 年 4 月 3 日发射,由于入轨后发生故障,4 月 28 日在太空解体。

“礼炮”3 号空间站 1974 年 6 月 25 日上天,先后接待了“联盟”14、15 号两艘飞船。“联盟”14 号飞船上的两名宇航员进站内工作 16 天,可是“联盟”15 号却与空间站对接失败。空间站到 1975 年 1 月 24 日停止了工作。

“礼炮”4 号空间站 1974 年 12 月 26 日入轨,接待了两批宇航员,其中乘“联盟”18 号飞船去的两名宇航员在站上停留 363 天。

“礼炮”5 号空间站 1976 年 6 月 22 日升空,先后有 3 艘飞船同它对接,6 名宇航员进站进行了冶金材料、晶体生产和生物医学等实验,其中有 2 人工作了 109 天。

这前 5 座空间站都只有一个对接口,只能与一艘飞船对接,寿命也不长。经过改进,二代空间站“礼炮”6 号和 7 号诞生。它可以同时与两艘飞船对接,既可接人,又可接货。

1977 年 9 月 29 日发射的“礼炮”6 号空间站,在天上工作了 5 年,共接待 18 艘“联盟”号

和"联盟"T型飞船，有33名宇航员进站工作，他们完成了120多项科学实验，拍摄了1万多张照片，宇航员波波夫和柳明在站里工作了185天。

1982年4月19日，"礼炮"7号空间站又进入太空，接待了11批28名宇航员。宇航员基齐姆、索洛维约夫和阿季科夫创造了在太空停留237天的纪录，"礼炮"7号载人飞行的累计时间为800多天，直到1986年8月才停止使用。

美国的空间站名叫"天空实验室"，它在载人登月高潮后用剩余的"土星"5号运载火箭改装而成，1973年5月14日升空，在距地面435公里高的轨道上运行。它的外形有点像一架直升飞机，顶部有4块如同螺旋桨状的太阳能电池帆板。空间站长36米，最大直径6.7米，重82吨，能提供360立方米的工作生活空间，由轨道舱、气闸舱、多用途对接舱和太阳望远镜等四大部分组成。

轨道舱为上下两层，上层是工作区，下层是生活区，生活区又用隔板分成卧室、餐室、观测室和洗漱室。轨道舱外部两侧各有一个太阳电池翼，可产生3.7千瓦的电能。过渡舱装有供

电控制、测试检查、数据处理、生命保障和通信设备，还是通向空间的通道。多用途对接舱可以同时停靠两艘飞船，还可以当物品储藏室。太阳望远镜专门用来观测太阳活动和拍摄太阳照片。

“天空实验室”一上天就遇到了麻烦，先是防护铝屏被损坏，实验室内温度不断升高，后来太阳能电池板因一块铝条缠绕没有打开，无法供电。1973 年 5 月 25 日，三名宇航员乘“阿波罗”号飞船进入实验室。他们带了一把特殊的遮阳伞，这把橙色的遮阳伞由工人细心地折叠起来塞在一个 135 厘米长的筒子里。下午，宇航员康拉德把遮阳伞塞进一个小密封过渡舱里，然后慚慚地将它推出舱外，弹簧机构“啪”的一声将整个伞弹出。7 米长、6 米宽的矩形遮阳伞篷张开了，它形成的巨大阴影正好把工作起居室外的阳光挡住，一会儿，“天空实验室”内的温度开始下降，这橙色的遮阳伞挽救了价值 2 亿美元的天空实验室。

接着，宇航员康拉德和克尔文穿上宇宙服，拿着长长的杆子，将切割器绑在上面，伸到缠绕电池板的铝条上。克尔文的大半个身子都露在空间，他听到像暴风雪一样的声音呼啸而

过，突然，脚一下没有蹬住，整个身子都掉到外面去了。两腿在空中晃荡起来，把维持生命的水、氧气管栓了几个结。这一下可吓坏他了，如果一漏气那就完了。康拉德急忙小心地替他解开了这些结。克尔文在空中作了几次努力后，终于在飞越南美上空时用切割器将铝条割开。电池板慢慢地伸开了，受伤的“巨鸟”展长了美丽的翅膀，3 小时多的舱外活动使“天空实验室”恢复了正常。

由于他们成功地挽救了“天空实验室”，美国总统尼克松亲自发来了贺电：

“我代表美国人民对你们成功地整修世界上第一个真正的空间站表示祝贺和赞赏……人类在空间能像地面那样工作，使我们有了新的勇气……”

康拉德和伙伴们在天空飞行了 28 天，共观测美国 31 个州和其他儿个国家的 182 个目标，拍摄了 10000 多张照片，30000 多张天文照片，完成了 90％的医学试验，取得了圆满成功。

“天空实险室”共接待了三批 9 名宇航员，他们分别在“室”内驻留了 28 天、59 天和 84 天，他们利用“天空实验室”里的 58 种仪器进

行了天文、地理和医学等270项科学研究，用太阳望远镜观测太阳，拍摄了18万张太阳活动的照片，还拍了4万多张地球表面照片，并研究了人在长期飞行中的适应能力。1974年2月8日，第三批宇航员撤离后，它没有再被使用。5年后的1979年7月11日，由于轨道上空气阻力的影响，它坠入澳大利亚南面的印度上空烧毁。它在太空运行了2249天，航程达14亿多公里。

太空实验室的对接

"礼炮"号空间站和"天空实验室"的发展成功，坚定了人们对建立永久性空间站的信心，于是，前苏联很快就推出了第三代空间站——"和平"号空间站，它是世界上第一个长期性、可变换功能和扩大功能的载人空间站。

"和平"号空间站在距地面350～380公里高的轨道上运行，它长13.13米，最大直径4.2米，重21吨，由工作舱、过渡舱和服务舱组成，它的大小与"礼炮"号差不多，只相当于美国"天空实验室"的1/4。"和平"号空间站虽然不大，但它是一个基础舱，它有6个对接口，可以对接载人、载货飞船，也可以连接各种专业

组合舱，这些组合舱都各有动力装置和生命保障系统，可以独立地完成不同的任务。从1986年2月20日"和平"号空间站入轨以来，站里的人员一般保持在3人左右，几乎没有中断过，他们在进行各种内容的科学实验。"和平"号除已对接过"联盟"TM载人飞船和"进步"M号货运飞船外，还对接过用于天体观测的"量子"1号舱，用于服务的"量子"2号舱和用于材料加工的"晶体"号工艺舱、用于生物医学、大气研究的光谱舱。它们组成了轨道联合体，供宇航员进行天体物理、生物医学、材料加工和地球资源勘探等科学考察活动。这个联合体总长达35米，质量达120吨左右，能接纳5～6名宇航员长期生活和工作。

前苏联宇航员罗曼年科从1987年2月6日到12月29日在"和平"号空间站生活工作了326天；宇航员季托夫和马纳罗夫从1987年12月21日至1988年12月21日在"和平"号上生活了整整一年；而医生宇航员波亚科夫则从1994年1月8日至1995年3月22日在"和平"号上度过了438个昼夜，创造了人在宇宙中停留时间最长的纪录。

波利亚科夫是一名医生，曾多次负责"联

盟”号飞船与“礼炮”号空间站上载人飞行的医疗保障工作，1972 年被选入宇航员队伍。1988 年他曾乘“联盟”TM－6 飞船升空，在“和平”号空间站上工作了 239 天。1994 年的这次飞行，他的主要任务是完成太空失重对人体影响的实验。在远离祖国、远离家乡、远离亲人的 14 个月里，波里亚科夫完成了 950 项医学实验，他的结论是：“人的能力要比想像的大得多，人完全能够在宇宙中停留这么长时间，并且保持身体健康、具备工作能力。”波利亚科夫为完成神经生理学和代谢研究，首次动用了一整套站上医学装置。通过一系列实验获得了有关人的淋巴细胞活性、神经心理活动变化以及人体生物节律等方面的新资料。

波利亚科夫还说，如有需要，在失重条件下是能做开腔手术的。他说：“站上有必要的条件，医生的医术也完全能胜任。但是为了避免不必要的麻烦，还是回到地面做比较稳妥。”

波利亚科夫太空飞行 438 天以后的身体状况之好，令人吃惊。他并不是二三十岁的年轻人，而是年过 52 岁的人了，可着陆后他竟奇迹般地从舱内自己行走出来，然后才坐下，回收小组工作人员忙给他端上一杯热茶，又给他披

上一条暖和的毛毯。第二天，人们惊异地发现波利亚科夫在莫斯科附近宇航员训练基地星城的一个湖边散步。在早期航天飞行中，宇航员在太空飞行几天就会感到身体虚弱，连手臂都抬不起来，返回地面一个月后才能恢复正常。波利亚科夫之所以长时间太空航行后还能保持身体处于正常状态，完全归功于科学而严格的宇航员训练。

在星城的湖边散步时，波利亚科夫告诉记者，他的航天经历不仅证明人能在太空长途飞行到火星，而且在火星着陆后能马上开始工作。尽管火星的重力仅为地球的八分之三，但这对经严格训练的宇航员来说，无关紧要。

波利亚科夫在地球轨道上持续飞行 437 天又 18 小时，如果加上 1988 年在"和平"号上的飞行，他这一生总共在太空生活 3607 天，航程 2.5 亿公里，围绕地球转了 10000 次。

前苏联的"和平号"空间站硕果累累，那么美国的"天空实验室"坠落以后又有什么新动作呢？

80 年代初，美国的航天飞机研究获得成功之后，大有"一鸣惊人"的气概，宣布要花 10 年时间发展一种永久性空间站，以确保航天大国

的领先地位。同时美国还邀请欧洲空间局、日本和加拿大等国参加联合研制和使用。美国大型空间站取名为自由号，与前苏联空间站"和平"号的名字遥相呼应。"自由"号空间站采用双龙骨方案，重 200 多吨，是"天空实验室"质量的 2.5 倍、前苏联"和平"号空间站的 10 倍。第一期工程主结构是一根长 107 米的桁架，桁架的两端各装有 4 块太阳能电池帆板、桁架中间挂有 1 个生活舱，1 个试验舱，2 个后勤舱，加拿大提供可移动的机械臂。第二期工程，在空间站原有基础上再增加 1 个方形构件，延长主体结构桁架的两端。增加长方形桁架构件使空间站挂靠的地位扩大了很多，这等于增加了空间站的功能，延长主桁架构件是为了安装太阳能动力发电装置，增加能源的供应。"自由"号空间站每次可以容纳 8 名宇航员，在里面舒适地生活和工作，每 3 个月轮换一次，以后还准备进一步发展，成为为太空中航天器服务的空间基地，人类飞往其他行星的中转站。这个方案的技术程度非常高，各组成部件全部依赖航天飞机送人轨道安装，共需要 34 次飞行，耗资 160 亿美元。

由于经费紧张，美国的"自由"号空间站方

案一变再变。到1993年初，美国政府批准的"自由"号空间站的规模已大大缩小，它采用单龙骨方案，缩短了原设计的桁架，使用简化的电源系统和数据管理系统，有一个小型的美国实验舱、一个欧洲增压舱和一个日本实验舱。

冷战结束后，美国出于政治、经济上的考虑希望俄罗斯也参与合作。这样一方面可以防止俄罗斯航天技术扩散，另一方面可利用俄较成熟的载人航天经验和"和平"号空间站等现成的硬件，至少可节省10亿美元的开支。而俄罗斯由于国内政局动荡、经济困难，既难以继续维持开支巨大的载人航天计划，又不可能再开展大规模的航天活动，所以他们愿意参与合作，通过出售硬件和提供服务获得资金，为已运行了10年的"和平"号空间站更新设备，开展科研。

1993年9月2日，美俄签署协议，双方同意在各自现有的空间站计划上联合建造一个包括欧洲空间局、日本、加拿大的部件的国际空间站，名字叫"阿尔法"空间站。

由"和平"与"自由"联姻而成的未来"阿尔法"空间站，总质量为377吨，主桁架87米，太阳能电池阵宽110米，提供110千瓦电力，可

乘6名宇航号。它的主要舱段有美国的一个可容纳4名宇航员的居住舱；一个多用途实验室舱；两个资源接点舱；空间站的桁架构件；太阳能电池舱；推进组件；气闸舱等。有俄罗斯的太阳能电池帆板；三个实验舱和多功能运货舱、服务舱及救生飞船。有欧空局的“哥伦布”轨道舱；自动转移飞行器和乘员运输飞行器。还有日本的多功能空间科学实验舱。加拿大则负责空间站组装时所需要的机械臂的研制生产。

“阿尔法”空间站的建造分三个阶段，于2002年全部完成，实现长期载人能力。第一阶段，为美俄扩大联合载人航天活动期。一是反复演练美国航天飞机与俄罗斯“和平”号空间站的轨道交会、对接技术，二是美俄互派宇航员航天飞机飞行或到空间站进行在轨操作和舱外活动练习，为“阿尔法”空间站的建造和对接打下基础。1994年2月俄宇航员乘坐美航天飞机进行了训练，而1995年2月6日美国“发现”号航飞机在太空经过三天半的追逐，终于赶上了俄罗斯“和平”号空间站，在距地面395公里的太空轨道上，美俄两国的航天器相距的最小距离只有11.3米，实现了历史性会合。1995年6月27日，美国“阿特兰蒂斯”号

航天飞机载着5名美国宇航员和2名俄罗斯宇航员向距地面315公里高的轨道爬升，追逐“和平”号空间站。经过41个小时的追逐，6月29日两个航天器对接成功，拉开了“阿尔法”空间站建设的序幕。当时，100吨重的“阿特兰蒂斯”号和123吨重的“和平”号组成了迄今太空中最大的人造天体，同时在太空中飞行的人数达到前所未有的10人，身穿红色宇航服的7名“阿特兰蒂斯”成员和身着蓝色宇航服的3名“和平”号成员在一起拍下了一张太空“全家福”。

“阿尔法”空间站的第二阶段从1997年开始，此间要运送俄罗斯的多功能货舱，然后发射两个资源接点舱、服务舱，美国的实验舱，并使它们对接在一起组成载人的过渡性临时空间站。

第三阶段从1998年8月开始，发射空间站主桁架梁、太阳能电池阵，接着发射加拿大的机械臂、美国的居住舱、欧空局的“哥伦布”舱和日本的实验室，到2002年6月装配完毕。这时，空间站在距地球450公里高的轨道上，有宇航员6人。在第二、三阶段的装配中，美国的航天飞机大约要飞30次，俄罗斯的“质子”号

运载火箭要发射近50次，欧洲的“阿丽亚娜”火箭也要发射多次。

看来，太空联姻真是一场漫长的恋爱过程。

太空的间谍

侦察卫星被人称为天外“间谍”，它利用光电遥感器或无线电接收机等侦察设备，从地球轨道上对下面目标实施侦察、监视或跟踪，以搜集地面、海洋或空中目标的情报。他搜集到的情报信息，由胶卷、磁带等记录贮存于返回舱内，加以回收；或者通过无线电传输方式实时或延时传输到地面接收站，经处理，从中提取有价值的情报。

从1960年至1972年，美国有95颗“锁眼”系列卫星成功地执行了侦察任务，它1960年8月的第一次飞行就成功地拍摄了4100多万平方公里的前苏联领土胶片，比U－2间谍飞机4年内24次飞行中获得的情报还要多。解读这些照片，美国发现前苏联远东最北岸的一个核弹基地，它距美国阿拉斯加诺姆只有640公里。至1961年9月，“锁眼”卫星第5次完成任务后，中央情报局已弄清楚了前苏联的远程导弹发射器只有10～25个，而不是原来

估计的140～200个。这消除了使美国当局心惊肉跳的与前苏联的“导弹差距”的疑虑，从而大大地松了一口气。到1964年，通过“锁眼”卫星的侦察，绘出了前苏联全部25个远程导弹基地的地图。它拍摄的完整的前苏联领土图片，使情报分析人员可准确无误地发现前苏联是否已在其他地方建造了新的导弹基地。

那么，天外“间谍”偷拍的胶片怎样才能送回地面呢，“贼星”怎样偷偷潜回家园呢？

其实“间谍”回家，并不是整颗星都回来，而只是卫星上存放胶片、磁带等的返回舱返回地面，但是，人们一般都把这个返回舱称为返回式卫星。

返回式卫星的回收技术是一项高难度的尖端科学技术。它涉及到材料、工艺遥测、制动等诸多方面，哪一个环节跟不上，都会功亏一篑。目前，世界上只有少数几个国家掌握了卫星回收的技术。

我国自1975年11月26日发射第一颗返回式卫星并按预定计划成功地返回地面到现在，已发射了16颗返回式卫星，除1993年10月8日发射的那颗卫星未能回收以外，另外15颗都回收成功。卫星带回的遥感资料，已为我

国地质、海洋、农、林、牧、考古、铁路选线等部门利用，收到良好的经济效果。

卫星要能安全返回地面，必须越过五个难关：

（1）返回舱的防热、耐压关。卫星的返回部分，称作返回舱，舱内装有仪器、胶卷、磁带、试验样品以及科学数据和遥感资料等等。当它再入大气层后，会与大气产生强烈的摩擦，形成气动力加热。最大热流将达到1千至几千焦/（秒·米^2）以上，再入时间长达几分钟至20分钟，使返回舱壳的温度高达1300℃以上。同时，由于高速返回，因而大气对返回舱形成的阻力也相当大。

为了渡过防高温、耐压这座难关，返回舱的材料一般选用强度高、密度低、耐高压、抗高温的复合金属材料。结构选用蒙皮框架桁条结构，舱壁壳体加内衬。外形选为钝头圆锥体。锥尖较钝，可以充分利用大气阻力，降低气动加载。圆锥体外形可使返回舱有较小的质量、较强的结构而又有较大的容积。

（2）调姿关。当卫星在其运行轨道上完成科学探测和技术试验任务之后，地面遥控站必须能及时发出返回调姿指令，将卫星在运行轨

道上的姿态准确地调整到返回姿态，保持稳定，避免大攻角或翻转而导致返回舱壳体及舱内仪器、样品及资料损坏。

（3）制动关。卫星返回时要求卫星上的制动火箭按时点火，产生足够的推力，把卫星的返回舱由原来的运行轨道上折入预定的返回轨道，并沿着返回轨道“自由”下落，完成高弹道切换后，逐渐进入大气层。

（4）着陆关。返回舱抛掉底盖制动火箭，弹开引导伞、减速伞，使9000米/秒的下降速度减至几百米/秒，进至亚音速。约在15公里高处，抛掉减速伞，打开降落伞主伞（二三顶不等），靠降落伞的大气阻力作用，将返回舱的下降速度减至安全着陆速度，以保证回收物完好无损。

（5）标位及寻找关。要求回收站能够实时准确地预报及测量返回舱的落点，返回舱由盘旋等候的直升机进行钩挂，及时送至回收中心进行回收作业。

卫星的回收，是航天过程中各个环节完美工作的结晶，对提高卫星的使用价值和发展载人航天技术，都有着重要意义。

归纳起来说：太空“间谍”返回地面要经历

几个过程："间谍"首先进行姿态调整，将其轨运行时头部向前的姿态，转到底部稍稍向的姿态（调头转角100度左右），目的是使制火箭发动机的尾喷朝前，使制动火箭发动机作时产生反向推力；然后，"间谍"的返回舱仪器舱分离；接着，用起旋发动机使返回舱纵轴旋转，以稳定返回舱的姿态；然后，制动箭发动机点火、工作，使返回舱从太空"间谍从事侦察活动的轨道上转到一条飞向地返回轨道上来。在进入大气层之前，消旋开机工作，使返回舱的自旋速度减小，以便使回舱再入大气层后能较快地转到头部朝前姿态。返回舱下降到离地面16公里左右的度时，返回舱抛掉制动火箭发动机壳体和底防热罩，然后，装在返回舱内的降落伞系统数顶降落伞自动依次打开。太空"间谍"的返舱乘着降落伞以14米/秒左右的速度徐徐陆。当然地面必须做好迎接工作，要按照预确定的"接头"地点和方法及时找到着陆后"间谍"，并迅速把它带回的胶卷等送到有关门及时处理。这样，太空"间谍"才算出色地成了太空侦察任务，顺利地返回"娘家"了。